

ADMIR LOPES MORA

**AUMENTO DA PRODUÇÃO DE SEMENTES
GENETICAMENTE MELHORADAS DE
Acacia mearnsii De Wild. (ACÁCIA-NEGRA)
NO RIO GRANDE DO SUL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de
Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa

CURITIBA

2002



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 – CURITIBA – Paraná
Tel. (41) 360.4212 – Fax (41) 360.4211 – <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

PARECER

Defesa nº 486

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o doutorando **ADMIR LOPES MORA** em relação ao seu trabalho de tese intitulado “AUMENTO DA PRODUÇÃO DE SEMENTES GENETICAMENTE MELHORADAS DE *Acacia mearnsii* De Wild. (ACÁCIA-NEGRA) NO RIO GRANDE DO SUL”, É de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor em Ciências Florestais*, na área de concentração em Silvicultura.

Dr. Antonio Riyoel Fliga
Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora

Dr. Jorge Mityo Maeda
Universidade Federal de Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ
Primeiro examinador

Dr. Luiz Doni Filho
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR
Segundo examinador

Dr. Renato Antônio Dedecek
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA/CNP-Florestas
Terceiro examinador

Dr. Marcos Deon Vilela de Resende
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA/CNP-Florestas
Quarto examinador

Nivaldo Eduardo Rizzi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Franklin Galvão
Vice-coordenador

Curitiba, 27 de agosto de 2002.

Ao Engenheiro Nelson Barboza Leite,
profissional que sempre pensa e age
em prol do Setor Florestal Brasileiro

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Antonio Rioyei Higa, que, além da amizade, sempre incentivou, orientou e discutiu ativamente os trabalhos de pesquisa e a tese.

Ao Pesquisador Dr. Marcos Deon Vilela de Resende que co-orientou a tese e possibilitou conhecer e utilizar um novo campo da genética quantitativa.

Aos Professores Dr. Jorge Mitiyo Maeda e Dr. Luis Doni Filho que apresentaram comentários e sugestões durante a defesa de tese.

Aos Técnicos Florestais Antonio Sadao Kodama, Jacir Faber e Marcos Behling que ajudaram na coleta de dados e contribuíram com suas apropriadas observações e dedicação profissional.

Aos Pesquisadores Dr. Renato Antônio Dedecek, Gustavo Gurcio Ribas, Marcos Rachwal e Dr. Álvaro Figueiredo Santos que, tanto nas viagens como nas discussões técnicas, possibilitaram melhor entendimento dos aspectos relacionados a solos, fertilidade e a doenças. Também à Pesquisadora Dra. Rosana Clara Victoria Higa que coordena o subprojeto de pesquisa na Embrapa Florestas e apoiou a realização de todos os trabalhos.

Aos Engenheiros Otávio Guimarães Decusati, Pedro Paulo Stein, Luiz Tonietto, Luiz Henrique Lamb, Mirian Hass, e, principalmente, ao Augusto Arlindo Simon que atuam na Tanac S.A. e sempre deram apoio e respaldo à realização das pesquisas com acácia-negra.

Ao Engenheiro Florestal Carlos Henrique Garcia que ajudou na organização dos dados e análises estatísticas.

Ao Técnico em Desenho de Arquitetura Elmiton Souza Silva que, com sua habilidade manual e criatividade, colaborou na produção das figuras e sugestões.

Aos Professores da Universidade Federal de Viçosa, Dr. Ismael Eleotério Pires, Dr. Paulo Sávio Lopes, Dr. Cosme Damião Cruz e também ao Professor Dr. Elias Nunes Martins e ao Pós Graduando Alencariano Falcão, ambos da Universidade Estadual de Maringá, que indicaram a utilização dos modelos mistos e os procedimentos iniciais para a utilização dos softwares.

Ao Professor Dr. Antonio Jose Araújo que inicialmente orientou os trabalhos e também ao Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta que inicialmente participou do Comitê de orientação.

Ao Biólogo Robert Dunlop que durante a visita técnica a África do Sul, disponibilizou inúmeras informações sobre a história da acácia-negra naquele país.

As instituições CNPq, Embrapa Florestas, Tanac, Fupef, Interação, Fepagro e Norske Skog Pisa que, em diferentes formas e intensidades colaboraram na realização desse estudo.

As bibliotecárias Marialice Metzker Poggiani e Lídia Woronkoff que, com peculiar paciência, procuraram e disponibilizaram a literatura solicitada.

Aos colegas de Pós-graduação Estefano Paludzynzyn Filho e Regiane Borsato que propiciaram discussões produtivas e apresentaram comentários e sugestões positivas.

Aos colegas Mauricio Canestraro Nadolny, Vanilda R. S. Shimoyama e Rosana Renner que contribuíram com os seus comentários sobre o texto redigido.

A todos os meus familiares e, em especial, a minha esposa Raquel, que com paciência e persistência, me incentivou para que esse trabalho fosse levado até o fim.

SUMÁRIO

	continua
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE SIGLAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A ACÁCIA-NEGRA.....	4
2.1.1 Descrição Botânica.....	4
2.1.2 Distribuição Natural.....	8
2.1.3 Utilizações.....	9
2.1.4 Plantações.....	13
2.1.5 Silvicultura.....	17
2.1.6 Doenças e Pragas.....	20
2.1.7 Produções de Madeira e Casca.....	22
2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DA ACÁCIA-NEGRA.....	25
2.2.1 Considerações Gerais.....	25
2.2.2 Austrália.....	27
2.2.3 África do Sul.....	29
2.2.4 China.....	33
2.2.5 Brasil.....	35
2.2.5.1 Produção de sementes melhoradas através da seleção massal.....	37
2.2.5.2 Seleção fenotípica e genética de árvores em plantios comerciais.....	39
2.2.5.3 Introdução de novos germoplasmas.....	41
2.3 PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE ACÁCIA-NEGRA.....	44
2.4 TESTES GENÉTICOS DE ACÁCIA-NEGRA.....	47
2.4.1 Generalidades.....	47
2.4.2 Peculiaridades.....	49
2.4.2.1 Competição entre árvores.....	49
2.4.2.2 Sobrevivência.....	50
2.4.2.3 Caracteres avaliados.....	51
2.4.2.4 Unidade de inferência.....	51
2.4.2.5 Avaliação precoce.....	52
3 MATERIAL E MÉTODOS	54
3.1 GERMOPLASMA.....	54
3.1.1 Procedências.....	54
3.1.2 Progênies.....	56
3.2 LOCAIS.....	56
3.3 EXPERIMENTOS.....	61
3.3.1 Delineamento Estatístico.....	61
3.3.2 Instalação e Condução.....	61
3.3.3 Caracteres Mensurados.....	62
3.3.4 Caracteres Estimados.....	65
3.3.4.1 Volume da árvore.....	65
3.3.4.2 Quilos de tanino por árvore.....	65

	conclusão
3.3.4.3	Peso da árvore sem casca..... 66
3.3.4.4	Árvores utilizáveis na parcela..... 66
3.3.4.5	Média da altura e DAP das parcelas..... 66
3.3.4.6	Média da altura e DAP do experimento..... 67
3.3.4.7	Área basal e volume de madeira por hectare do experimento..... 67
3.3.5	Correção dos Valores de DAP 67
3.3.6	Escolha do Caráter Representativo de uma Procedência..... 68
3.3.7	Seleção de Procedências..... 69
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS..... 69
3.4.1	Testes de Procedências..... 69
3.4.2	Testes de Progenies..... 73
3.4.2.1	Análise de variância..... 73
3.4.2.2	Modelos mistos..... 76
3.4.2.3	Ajuste dos dados fenotípicos do DAP..... 77
3.4.2.4	Correlações..... 78
3.4.2.5	Desvio-padrão da herdabilidade..... 78
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 79
4.1	AMBIENTES DENTRO DE LOCAIS..... 79
4.2	TESTES DE PROCEDÊNCIAS..... 84
4.2.1	Crescimento Médio Anual..... 84
4.2.2	Produtividade de Madeira aos Seis Anos..... 85
4.2.3	Escolha do Caráter Representativo das Procedências..... 86
4.2.4	Análise de Variância Individual..... 88
4.2.5	Análise de Variância Conjunta..... 95
4.2.6	Seleção das Procedências..... 95
4.2.7	Outros Caracteres Avaliados..... 99
4.3	TESTES DE PROGÊNIES DE SEGUNDA GERAÇÃO..... 101
4.3.1	Crescimento Médio Anual..... 101
4.3.2	Produtividade de Madeira aos Seis Anos..... 102
4.3.3	Avaliação das progênies de segunda geração..... 103
4.3.3.1	Avaliação do DAP aos seis anos..... 104
4.3.3.2	Correlações entre caracteres..... 106
4.3.3.3	Metodologias de análise..... 111
4.4	PRODUÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS..... 114
5	CONCLUSÃO..... 122
	REFERÊNCIAS..... 124
	ANEXOS

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E CLIMÁTICAS DAS LOCALIDADES DA ÁFRICA DO SUL ONDE OS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE <i>A. mearnsii</i> FORAM INSTALADOS.....	32
QUADRO 2 -	LOCALIDADES DA CHINA ONDE OS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE <i>A. mearnsii</i> FORAM INSTALADOS.....	34
QUADRO 3 -	INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DAS PROCEDÊNCIAS AUSTRALIANAS DE ACÁCIA-NEGRA TESTADAS NOS EXPERIMENTOS IMPLANTADOS EM 1986..	43
QUADRO 4 -	METODOLOGIAS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA POR DIVERSOS AUTORES	46
QUADRO 5 -	NÚMERO DO LOTE E DE ÁRVORES QUE FORAM COLETADAS AS SEMENTES E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DAS PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA TESTADAS	55
QUADRO 6 -	NÚMERO DAS ÁRVORES GENITORAS DE ACÁCIA-NEGRA E SUA RESPECTIVA LOCALIZAÇÃO NO PRIMEIRO POMAR DE SEMENTES.....	57
QUADRO 7 -	REFERENCIAIS GEOGRÁFICOS DOS LOCAIS ONDE FORAM INSTALADOS OS TESTES GENÉTICOS.....	58
QUADRO 8 -	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DAS REGIÕES AGROCLIMÁTICAS SERRA DO SUDESTE E GRANDES LAGOAS NO RIO GRANDE DO SUL.....	60
QUADRO 9 -	ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA CADA TESTE E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS CONSIDERANDO-SE O TOTAL DAS PARCELAS.....	71
QUADRO 10 -	ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA CONJUNTA E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS CONSIDERANDO-SE O TOTAL DAS PARCELAS.....	73
QUADRO 11 -	ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS, CONSIDERANDO-SE O INDIVÍDUO.....	74
QUADRO 12 -	ATRIBUTOS QUALITATIVOS DOS DOIS SOLOS ONDE FORAM INSTALADOS OS TESTES GENÉTICOS.....	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE ACÁCIA-NEGRA ORIUNDA DE PLANTAÇÕES EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL.....	11
TABELA 2 -	INFORMAÇÕES SOBRE O CRESCIMENTO EM DAP, ALTURA, PRODUÇÃO DE CASCA E PRODUTIVIDADE DE MADEIRA DAS PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA EM DIFERENTES IDADES E LOCAIS.....	23
TABELA 3 -	MÉDIAS DE CRESCIMENTO EM DAP, ALTURA, SOBREVIVÊNCIA, ÁREA BASAL E VOLUME DE MADEIRA ESPERADOS EM PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA REPRESENTATIVAS DA ÁFRICA DO SUL E BRASIL.....	25
TABELA 4 -	RESULTADOS DE ALTURA, DAP E PRODUÇÃO DE CASCA EM PARCELAS CLONAIIS E DE PLANTIOS COM SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA, AOS 11 ANOS DE IDADE, NA ÁFRICA DO SUL.....	31
TABELA 5 -	RESULTADOS, AOS 6,5 ANOS DE IDADE, DO TESTE DE FONTE DE SEMENTES INSTALADO NA ÁFRICA DO SUL.....	31
TABELA 6 -	RESULTADOS AOS 5,5 E 10 ANOS DE IDADE DO TESTE DE PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADO EM BLOEMENDAL, ÁFRICA DO SUL.....	32
TABELA 7 -	MÉDIAS DE SOBREVIVÊNCIA, ALTURA E DAP, ANTES E APÓS O DESBASTE, AOS QUATRO ANOS DE IDADE, DA APS INSTALADA EM MONTENEGRO, RS.....	37
TABELA 8 -	VALORES MÉDIOS, AOS 4 ANOS DE IDADE, DAS PROGÊNIES E TESTEMUNHA AVALIADAS EM TESTE INSTALADO EM MONTENEGRO, RS.....	40

TABELA 9 -	RESULTADOS DE CRESCIMENTO, AOS 3 ANOS DE IDADE, DE DOIS TESTES DE PROCEDÊNCIAS E PROGENIES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS EM MONTENEGRO, RS.....	43
TABELA 10 -	MÉDIAS DE DAP, ALTURA E SOBREVIVÊNCIA DAS PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA, AOS 6 ANOS DE IDADE, NO MUNICÍPIO DE BUTIÁ, RS	44
TABELA 11 -	DADOS CLIMÁTICOS OBTIDOS NOS MUNICIPIOS DE PIRATINI E TAQUARI, RS 1994 – 2000.....	81
TABELA 12 -	INCIDÊNCIA (%) DE GOMOSE EM DIFERENTES IDADES NAS ÁRVORES UTILIZÁVEIS DOS TESTES DE PROGENIES E TESTES DE PROCEDENCIAS DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL, RS.....	83
TABELA 13 -	MÉDIAS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO, NAS DIFERENTES IDADES, DA ALTURA, DAP E ÁRVORES ÚTEIS NOS TESTES DE PROCEDENCIAS DE CRISTAL E PIRATINI, RS.....	84
TABELA 14 -	PARÂMETROS POPULACIONAIS E CORRELAÇÕES ENTRE VALORES GENÉTICOS PREDITOS DOS CARACTERES DAS 72 PROCEDENCIAS, AOS SEIS ANOS DE IDADE, EM PIRATINI, RS.....	87
TABELA 15 -	NÚMERO DE PARCELAS AVALIADAS, MÉDIAS, COEFICIENTES DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAIS, TESTE F E PORCENTAGEM DA VARIÂNCIA DE PROCEDENCIA DO CARÁTER SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS DOS TESTES DE PROCEDENCIAS DE CRISTAL E PIRATINI, RS NAS DIFERENTES IDADES.....	88
TABELA 16 -	COMPARAÇÕES ENTRE VALORES FENOTÍPICOS DA SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS DAS PROCEDENCIAS REPETIDAS (CÓDIGOS 1 E 2) EM CRISTAL E PIRATINI, RS.....	90
TABELA 17 -	VALORES GENOTÍPICOS (VG) DA SOMA DOS DAPS DAS PROCEDENCIAS NO TESTE INSTALADO EM CRISTAL E SEU RESPECTIVO DESEMPENHO RELATIVO (DR) NAS IDADES DE 2 A 6 ANOS.....	91
TABELA 18 -	VALORES GENOTÍPICOS (VG) DA SOMA DOS DAPS DAS PROCEDENCIAS NO TESTE INSTALADO EM PIRATINI E SEU RESPECTIVO DESEMPENHO RELATIVO (DR) NAS IDADES DE 2 A 6 ANOS.....	92
TABELA 19 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DO CARÁTER SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS, AOS 3 E 6 ANOS DE IDADE, CONSIDERANDO AS 62 PROGENIES COMUNS AOS DOIS LOCAIS.....	95
TABELA 20 -	GANHOS ESPERADOS (%) NO CARÁTER SDAP EM ACÁCIA-NEGRA COM A SELEÇÃO DE PROCEDÊNCIAS AUSTRALIANAS EM RELAÇÃO À TESTEMUNHA APS CAMBOATÁ NAS IDADES DE TRÊS E SEIS ANOS.....	96
TABELA 21 -	COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS VALORES GENOTÍPICOS DO SDAP OBTIDAS COM A SELEÇÃO DAS 6 MAIORES PROCEDENCIAS EM DIFERENTES IDADES NOS TESTES DE CRISTAL E PIRATINI, RS	97
TABELA 22 -	VALORES FENOTÍPICOS (VF) E GENOTÍPICOS (VG) DOS CARACTERES TANINO, FORMA DO TRONCO E GALHOS DAS 20 PROCEDENCIAS NOS TESTES DE CRISTAL E PIRATINI AOS 5,5 ANOS DE IDADE.....	100
TABELA 23 -	MÉDIAS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO, NAS DIFERENTES IDADES, DOS CARACTERES ALTURA, DAP E ÁRVORES UTILIZÁVEIS NOS TESTES DE PROGENIES EM CRISTAL E PIRATINI, RS.....	101
TABELA 24 -	PARÂMETROS GENÉTICOS DO CARÁTER DAP, AOS 6 ANOS, ESTIMADOS EM TESTES DE PROGENIES INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL	104
TABELA 25 -	MÉDIAS, COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DAS MÉDIAS, HERDABILIDADES EM NÍVEL INDIVIDUAL, E COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SEIS CARACTERES ESTIMADOS NO TESTE DE PROGENIE DE PIRATINI, AOS 5 ANOS DE IDADE.....	106
TABELA 26 -	GANHOS GENÉTICOS (%) DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS COM A SELEÇÃO DE 10 % DOS MELHORES VALORES GENÉTICOS.....	111
TABELA 27 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE F PARA O CARÁTER DAP, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DO TESTE DE PROGENIE INSTALADO EM CRISTAL, RS....	112
TABELA 28 -	ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA, PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS SEM E COM AJUSTE DO DAP EM FUNÇÃO DA COMPETIÇÃO ENTRE ÁRVORES AOS 6 ANOS.....	112

TABELA 29 -	MÉDIAS FENOTÍPICAS E VALORES GENÉTICOS ESTIMADOS DO DAP, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DAS PROGÊNIES DE ACÁCIA-NEGRA PLANTADAS EM CRISTAL.....	113
TABELA 30 -	LISTAGEM PARCIAL OBTIDA NO SOFTWARE SELEGEN BLUP COM OS 40 MAIORES VALORES GENÉTICOS PARA O CARÁTER DAP NO TESTE DE PROCEDENCIA INSTALADO EM PIRATI, AOS SEIS ANOS DE IDADE.....	117
TABELA 31 -	POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEMENTES NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS DESDE QUE AS AÇÕES PROPOSTAS SEJAM EXECUTADAS EM 2002.....	119

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL NA AUSTRÁLIA DE 12 ESPÉCIES DE ACÁCIA PERTENCENTES À SEÇÃO <i>BOTRYCEPHALAE</i>	5
FIGURA 2 -	POPULAÇÃO NATURAL DE ÁRVORES DE ACÁCIA-NEGRA EM BATEMANS BAY, AUSTRÁLIA.....	6
FIGURA 3 -	FLORAÇÃO DE ACÁCIA-NEGRA NA REGIÃO DE PIRATINI, RS.....	6
FIGURA 4 -	REGIÃO DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ACÁCIA-NEGRA NO SUL DA AUSTRÁLIA.....	8
FIGURA 5 -	LOCALIZAÇÃO DOS PLANTIOS DE ACÁCIA-NEGRA NO RS 1930 – 2000.....	16
FIGURA 6 -	MADEIRA E CASCA COLHIDAS EM PLANTAÇÕES DE ACACIA-NEGRA EM PIRATINI, RS, AOS SETE ANOS DE IDADE.....	24
FIGURA 7 -	CRONOGRAMA DE EVENTOS OCORRIDOS COM AS SEMENTES DAS ÁREAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADAS NA TANAC - 1980 - 2000.....	38
FIGURA 8 -	CRONOGRAMA DE EVENTOS OCORRIDOS NOS TESTES DE PROGÊNIES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS NA TANAC COM ÁRVORES SELECIONADAS EM PLANTIOS COMERCIAIS EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL - 1984 - 1998.....	42
FIGURA 9 -	LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE CRISTAL E PIRATINI NO RIO GRANDE DO SUL.....	59
FIGURA 10 -	REGIÕES AGROCLIMÁTICAS DO RIO GRANDE DO SUL ONDE ESTÃO SITUADOS OS MUNICÍPIOS DE CRISTAL, PIRATINI, RS.....	60
FIGURA 11 -	ÁRVORES DE ACÁCIA-NEGRA COM INCIDÊNCIA DE MANCHAS E GOMOSE.	63
FIGURA 12 -	QUEDA DE ÁRVORES EM PIRATINI, RS – MAIO DE 1998.....	82
FIGURA 13 -	SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGENIES EFETUADO AOS 3,5 ANOS DE IDADE EM TESTE DE PROGENIE INSTALADO EM MONTENEGRO, RS.....	116
GRÁFICO 1 -	HECTARES POR ANO PLANTADOS COM ACÁCIA-NEGRA NO RIO GRANDE DO SUL – 1969 – 1990.....	15
GRÁFICO 2 -	HISTOGRAMA DA PONTUAÇÃO DAS ÁRVORES PRÉ-SELECIONADAS.....	40
GRÁFICO 3 -	ÁREA BASAL E PRODUTIVIDADE VOLUMÉTRICA, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DOS TESTES DE PROCEDÊNCIAS INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL, RS.....	85
GRÁFICO 4 -	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DAS MÉDIAS DO CARÁTER SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS DOS TESTES DE PROCEDENCIAS INSTALADOS EM CRISTAL E PIRATINI, RS.....	89
GRÁFICO 5 -	HISTOGRAMA COM VALORES GENÉTICOS DA SOMA DO DAP DAS PARCELAS DAS PROCEDENCIAS AOS TRÊS E SEIS ANOS DE IDADE, EM PIRATINI E CRISTAL, RS.....	94
GRÁFICO 6 -	FREQUÊNCIA DE DESEMPENHO RELATIVO DAS PROCEDENCIAS POR REGIÃO BIOCLIMÁTICA AUSTRALIANA.....	98
GRÁFICO 7 -	ÁREA BASAL E PRODUTIVIDADE VOLUMÉTRICA, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DOS TESTES DE PROGÊNIES DE SEGUNDA GERAÇÃO, EM PIRATINI E CRISTAL, RS.....	102
GRÁFICO 8 -	HISTOGRAMAS DOS CARACTERES DAP, DENSIDADE BÁSICA E TEOR DE TANINO DAS 522 ÁRVORES MENSURADAS EM PIRATINI, AOS 5 ANOS DE IDADE.....	108

LISTA DE SIGLAS

ACIAR	Australian Centre for International Agricultural Research
ANOVA	Analysis of Variance
APS	Área de Produção de Sementes
BLUP	Best Linear Unbiased Prediction
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Organization (Austrália)
DAP	Diâmetro a altura do peito
DFREML	Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood
DFUNI	Derivative-Free Univariate Analysis Program
DR	Desempenho Relativo
DXMUX	Derivative-Free Multivariate Analysis Program
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fao	Food and Agriculture Organization
Fepagro	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - RS
Fupec	Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná
ICFR	Institute for Commercial Forestry Research (África do Sul)
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Interação	Interação Assessoria e Treinamento S/C Ltda
MTDFREML	Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NSW	New South Wales
Saeg	Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas
SAWGU	South African Wattle Growers Union (África do Sul)
Selegen	Seleção Genética Computadorizada
UFPR	Universidade Federal do Paraná
WRI	Wattle Research Institute

RESUMO

Acacia mearnsii De Wild. é uma espécie florestal australiana, plantada principalmente na África do Sul e Brasil, sendo aqui conhecida como acácia-negra ou mimosa. É uma das espécies florestais de maior importância social e industrial para o Estado do Rio Grande do Sul. Vem sendo plantada comercialmente desde 1930 e, atualmente, estima-se que participa com um terço do total das plantações florestais existentes no Estado. Somente a partir de 1983 é que se iniciaram os trabalhos de melhoramento genético da espécie no Brasil. Em função do fato de que, atualmente, cerca de mais de dois terços das sementes utilizadas nos plantios não apresentam nenhum grau de controle, procurou-se através desse estudo propor alternativas para aumentar a disponibilidade, melhorar a qualidade genética das sementes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade florestal das futuras plantações. Para tanto, utilizaram-se as informações de dois testes de procedências com germoplasma australiano e de dois testes de progênies de segunda geração de árvores selecionadas em plantações brasileiras. Os testes foram instalados em duas regiões agroclimáticas distintas do Rio Grande do Sul (municípios de Cristal e Piratini). Nos quatro testes utilizou-se o delineamento blocos ao acaso, com 10 repetições e seis plantas por parcela. Para efeito de comparação, utilizaram-se sementes brasileiras e sul-africanas. Considerando os testes de procedências constatou-se, aos 6 anos de idade, maior produtividade de madeira no experimento instalado em Piratini. Para estimar o potencial florestal da procedência selecionou-se o caráter soma do DAP da parcela. Nesse caráter detectou-se a existência de variação genética entre procedências. Nas regiões litorâneas dos estados de New South Wales e Victoria estão localizadas as procedências com maior potencial de produção de madeira. Já para os caracteres teor de tanino, espessura dos galhos e forma das árvores, avaliados nas 20 procedências que apresentaram maiores valores de soma do DAP da parcela, a variação genética foi praticamente nula. A interação procedências x locais foi estatisticamente significativa, porém com baixa magnitude sob a ótica de melhoramento genético. Já a população de árvores avaliadas nos dois testes de progênies de segunda geração apresentou muito baixa variação genética aditiva para os caracteres DAP, volume sem casca, densidade básica, peso da árvore sem casca, porcentagem de tanino e quilos de tanino por árvore. Como conseqüência, as estimativas de ganhos diretos e indiretos foram muito baixas e não estimulantes para um novo ciclo de seleção. Diante do desbalanceamento existente, o ajuste do caráter DAP em função do número de árvores que a cercam torna-se necessário. Considerando as peculiaridades da espécie e as possibilidades concretas de realização foram propostas quatro ações que permitirão produzir mais de duas toneladas por ano de sementes melhoradas. Ao mesmo tempo, poder-se-á dar continuidade ao programa de melhoramento com a utilização de sementes das melhores árvores existentes nos testes de procedências e também por meio da aquisição de sementes (em nível de progênies) das procedências *Batemans Bay* e *Cann River Orbost* para teste em regiões livres de geada e de *Cooma* e Mount Rix para as regiões com possíveis ocorrências de geadas. A introdução de novas procedências e outras espécies propiciará maior diversidade biológica e, ao mesmo tempo, possibilitará maior sustentabilidade da silvicultural regional.

ABSTRACT

Acacia mearmsii De Wild., also known as black wattle, is an Australian forest tree species, planted mainly in South Africa and Brazil. It is one of the most important forest tree species at Rio Grande do Sul State in relation to social and industrial aspects. In this Brazilian State, it is planted for bark production since 1930 and nowadays, estimated plantation area is one third of the total reforested area. Scientific research on genetically improved seeds production started in Brazil only in 1983, by Embrapa and TANAC S.A. This study is a follow up of that research aiming to improve quantity and quality of genetically improved black wattle seeds. This study was based on field trials information collected on two Australian provenances tests and two second generation progeny tests using trees selected in Brazilian plantations. These trials were planted in two distinct ecological regions at Rio Grande do Sul State (Cristal and Piratini municipalities). Trials were established using a randomized complete block design, with ten replications with Brazilian and South African commercial seeds as control. Plot accumulated DBH (sum of the diameter at breast height of all survived trees in the plot) were evaluated in the provenance trials, at six years old. Piratini region showed to be better than Cristal for wood production with significant genetic variation at provenance level. Provenances from New South Wales coastal region and Victoria States, Australia, were the best for wood production. No genetic variation was detected for tannin content in the bark, branch diameter and bole straightness traits, evaluated on the twenty best provenances selected for DBH growth. Provenance by local interaction was statistically significant. Nevertheless, for tree breeding purposes, the level of significant was very low, and only a breeding zone could be recommended using these two locals. Second generations progeny trials showed very low additive genetic variation for DBH, wood volume without bark, wood density, tree wood weight, tannin content in the bark, and weight of tannin per tree. As a consequence, the direct and indirect genetic gains estimates were very low showing that the germoplasm was not suitable for following selections. Taking into account that field design was not balanced concerning to the number of trees per plot, an adjustment was need for statistical analysis. Considering the characteristics of the species and the real possibilities for an applied and feasible seed production program implementation, it was proposed four options for seed production. Options included the tree breeding program, continuity using seeds collected from selected trees in the *Batemans Bay* and *Cann River Orbost* provenances to be used at frost free regions and from *Cooma* and *Mount Rix* provenances for frost prone areas. Introduction of new provenance and new species is a strategy to increase biological diversity and to contribute to silvicultural regional sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Acacia mearnsii De Wild., conhecida como acácia-negra ou mimosa, é a terceira colocada na classificação dos gêneros florestais mais plantados no Brasil, sendo superado pelo *Eucalyptus* e *Pinus*. É plantada comercialmente no Rio Grande do Sul e, segundo BRASIL (1995), de 1969 até 1990, foram registrados os plantios de 124 mil hectares, representando um terço da área florestal plantada no Estado. Além da consolidação como fonte de matéria-prima industrial (tanino, celulose e carvão), apresenta grande importância social, pois segundo estimativas, mais de 20 mil famílias vivem dessa cultura. Do ponto de vista silvicultural, em sua fase inicial, pratica-se o plantio consorciado (melancia, milho, mandioca, etc.) e, após os três anos de idade, a área é liberada para a pastagem do gado, que se alimenta da vegetação do sub-bosque.

As primeiras plantações florestais com finalidade industrial foram realizadas nos países europeus e nos Estados Unidos no século XVIII (PANDEY; BALL, 1998). A área plantada com espécies exóticas de rápido crescimento expandiu durante 1920 e 1930, na África do Sul, Chile e Nova Zelândia. No Brasil, essa expansão ocorreu a partir de 1966, com a implantação dos incentivos fiscais ao reflorestamento.

Em diversos países a utilização industrial de madeira proveniente de plantações florestais tem suprido significativamente a demanda por madeira. Na Nova Zelândia, 99% da necessidade de madeira para produção industrial foram supridas pelas plantações florestais em 1997; no Chile, 84%; no Brasil, 62%; em Zâmbia e no Zimbábue, 50%. As plantações florestais reduzem a pressão sobre as matas nativas em locais onde a colheita não sustentável de madeira é a principal causa de degradação florestal (FAO, 2000). A área de plantações florestais para fins industriais é de 187 milhões de hectares (FAO, 2001), correspondendo a 5% da área florestal existente no mundo. Segundo essa mesma fonte, o Brasil participa apenas com 4,982 milhões de hectares. No país, as plantações florestais foram e são realizadas com diferentes espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, além de *Acacia mearnsii*, *Araucaria angustifolia* e outras. Apesar da pequena participação percentual (2,7%) no total mundial de plantações, o Brasil tem se destacado como sendo um dos locais onde se obtém maiores produtividades em menores ciclos de corte.

Segundo OLIVEIRA (1968), admite-se como marco histórico do primeiro plantio comercial de acácia-negra no Brasil o ano de 1930, quando foram importados 30 quilos de sementes da África do Sul. Acredita-se que todas as sementes utilizadas em plantios realizados até meados dos anos 80 tenham sido originadas desse material, pois não se tem nenhum registro de outra introdução de germoplasma nesse período.

Após 50 anos de cultivo no Brasil, os principais problemas da cultura de acácia-negra eram a escassez de sementes melhoradas, a baixa sobrevivência na idade de corte e os danos causados pela doença gomose e pelo inseto cascudo-serrador. Pesquisas desenvolvidas pelas Universidades Federais de Santa Maria e do Paraná, além da Embrapa Florestas, têm procurado solucionar esses problemas.

Consultando o tema acácia-negra na biblioteca da Embrapa Florestas, constatou-se, no período de 1950 a 2000, a existência de 18 dissertações e teses defendidas em várias universidades da Região Sul do Brasil. Desse total, sete estão concentradas na área de Silvicultura, quatro em Conservação da Natureza, três em Manejo Florestal, três em Tecnologia de Produtos Florestais e uma em Economia e Política Florestal. Nenhuma delas abordou o melhoramento genético da espécie.

Visando melhorar a qualidade e produtividade das plantações de acácia-negra, a Embrapa Florestas, juntamente com a Tanac S.A. (empresa produtora de tanino e cavacos de madeira), iniciou um programa de pesquisa em 1983. No princípio, os trabalhos se concentraram na seleção de árvores em plantios comerciais e instalação de testes combinados de procedência e progênes com sementes introduzidas da Austrália.

Em função da mudança de direcionamento dos locais de plantios (se deslocando mais para o Sul do Rio Grande do Sul), do surgimento de um novo mercado comercial (venda de cavacos de madeira) e, principalmente, em função dos resultados positivos das primeiras pesquisas, decidiu-se, em 1994, ampliar a experimentação. Foram introduzidas novas procedências australianas, além da continuidade no trabalho de melhoramento outrora iniciado, testando-se uma nova geração melhorada. Em sintonia com as tendências operacionais, todos os esforços foram concentrados no sentido de realizar esses testes em áreas diferentes da região tradicional de plantio (Depressão Central e encosta da Serra Gaúcha). Em

paralelo, o projeto também foi incorporado pela Fupef – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, vinculada à UFPR – Universidade Federal do Paraná.

Atualmente, no que diz respeito a sementes, estima-se que para atender o programa anual de plantio (em torno de 20 mil hectares) sejam consumidas três toneladas de sementes de acácia-negra (MORA et al. 2001). Por questões de desconhecimento dos benefícios e, até mesmo, pela indisponibilidade das sementes melhoradas para aquisição, o acacicultor ainda utiliza sementes (cerca de duas e meia toneladas) sem nenhuma qualidade genética.

O presente estudo está integrado ao programa de pesquisa da Embrapa Florestas, Fupef – UFPR e Tanac S.A. e alicerçado na experimentação instalada em 1994. Contempla a premissa básica de um programa de melhoramento que é a avaliação da variabilidade natural e, por outro lado, a possibilidade de dar continuidade a mais um novo ciclo de seleção com a espécie. Dentro desse contexto, têm-se como objetivos específicos:

- a) Comparar os caracteres DAP, altura das árvores e a produtividade volumétrica nos experimentos, aos seis anos de idade, do germoplasma plantado nos municípios de Cristal e Piratini;
- b) Verificar se existem diferenças genotípicas entre procedências para os caracteres DAP, teor de tanino, espessura dos galhos e forma das árvores;
- c) Comparar o comportamento das procedências australianas em relação à testemunha brasileira (sementes de APS) e avaliar a possibilidade de ganhos através da seleção;
- d) Verificar a necessidade de se estabelecer zonas de melhoramento para a produção de sementes geneticamente melhoradas;
- e) Avaliar a possibilidade de obter ganhos para diferentes caracteres através da seleção genética no melhor germoplasma brasileiro plantado em testes de progênies de segunda geração.

Todas essas informações contribuem para alcançar o objetivo geral que é a proposição de estratégias para melhorar quantitativa e qualitativamente a produção de sementes de acácia-negra no Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo TURNBULL; MIDGLEY; COSSALTER (1998) as 1200 – 1300 espécies do gênero *Acacia* (família *Mimosaceae*) estão distribuídas naturalmente pelo mundo, exceto na Europa e Antártida. BOLAND et al. (1984) comentam que o gênero é característico de regiões climáticas áridas e semi-áridas e é comum em muitas das regiões subúmidas. Existem poucos representantes na região úmida e o gênero é raramente representado nas florestas tropicais e campos.

A classificação geralmente aceita para o gênero *Acacia*, de acordo com TURNBULL; MIDGLEY; COSSALTER (1998), reconhece a existência de três grandes subgêneros, ou sejam, *Acacia* (120 – 130 espécies), *Aculeiferum* (180 – 190 espécies) e *Phyllodineae* (940 espécies).

A seção *Botrycephalae* inclui 36 espécies do subgênero *Acacia* originárias da Austrália. A maioria das espécies desse grupo é de vida curta (cerca de 10 a 15 anos). *A. dealbata* e *A. elata* são árvores mais robustas e têm uma expectativa de vida maior que 20 anos. É nessa seção que estão as espécies de maior potencial silvicultural (BOLAND, 1985a). Entre as características dessa seção destaca-se a presença de folhagem bipinada até a maturidade. A diferença com as acácias africanas é que estas são sempre verdes e não apresentam espinhos. Todas as espécies crescem em áreas mais frias e úmidas do Sudeste Australiano (Figura 1), ocupando geralmente uma posição sociológica secundária às florestas de *Eucalyptus* (TURNBULL, 1987; BOLAND, 1987).

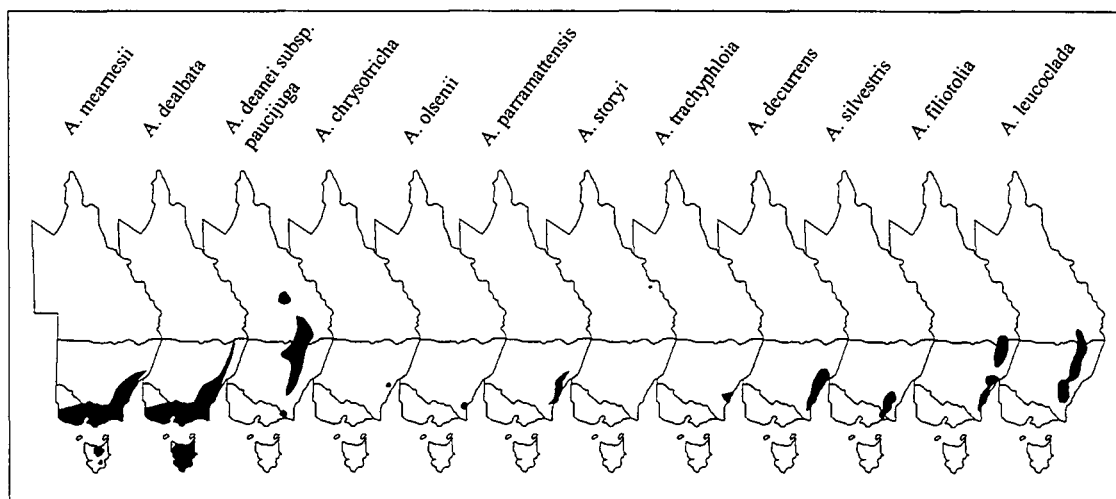
2.1 A ACÁCIA-NEGRA

2.1.1 Descrição Botânica

Acacia mearnsii De Wild. é uma espécie pioneira e possui vários nomes vulgares. No Brasil é conhecida como acácia-negra ou mimosa (TANAC, [199-a]). Os argentinos a chamam de "aromo negro" (KANNEGIESSER, 1990), enquanto que, os australianos e sul-africanos utilizam o nome de *black wattle* (WEBB; WOOD; SMITH, 1980). Segundo BOLAND et al. (1984), a descrição da espécie foi feita, em

1925, por De Wildeman, tendo como base uma planta cultivada perto de Thikao (Quênia), pensando ser, erroneamente, uma planta nativa desse local. A espécie recebeu seu nome botânico em honra ao coletor deste tipo de espécime, o cirurgião norte-americano A. R. Mearns (1856 – 1916).

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL NA AUSTRÁLIA DE 12 ESPÉCIES DE ACÁCIA PERTENCENTES À SEÇÃO *BOTRYCEPHALAE*



Fonte: BOLAND (1987)

Os detalhes botânicos apresentados a seguir são os descritos por BOLAND et al. (1984):

A acácia-negra, em seu habitat natural (Figura 2), é um arbusto grande ou pequena árvore. A altura varia de 6 a 10 metros, mas às vezes atinge 15 metros. Tem um caule principal que geralmente é reto e dominante em sua maior parte, quando em conjunto com outras árvores. A casca em árvores adultas é um tanto variável, geralmente, preta-amarronzada, dura e fissurada. Em árvores mais jovens e na parte superior das adultas a casca é mais fina, lisa e de coloração mais clara. A folhagem adulta é de cor verde escura (daí o nome de acácia-negra) com brotos novos suavemente amarelos. As folhas são bipinadas com 8 a 21 pares de pinas, cada um com 15 a 70 pares de folíolos. Estes medem 1,5 a 4,0 mm de comprimento por 0,5 a 0,7 mm de largura. Frequentemente, pubescentes, de cor verde escura. Glândulas presentes entre os pares de pinas na parte superior da folha. O comprimento total das folhas compostas varia entre 8 e 12 cm. Já a folhagem das mudas apresenta de 4 a 8 pares opostos de pinas, de coloração verde-escuro e cada pina é formada por 20 a 25 pares de folíolos oblongos. As inflorescências são panículas terminais ou axilares, mais ou menos do tamanho da folha, com 20 a 30 flores hermafroditas, de cor amarelo-creme claro (Figura 3). A floração na Austrália ocorre entre outubro e dezembro, principalmente, em novembro.

FIGURA 2 - POPULAÇÃO NATURAL DE ÁRVORES DE ACÁCIA-NEGRA EM BATEMANS BAY, AUSTRÁLIA



Foto: K.Johnson, 2002

FIGURA 3 - FLORAÇÃO DE ACÁCIA-NEGRA NA REGIÃO DE PIRATINI, RS



Foto: A.R.Higa, 2000

No Brasil e na África do Sul, a floração ocorre entre setembro e outubro (TONIETTO; STEIN, 1997 e SHERRY, 1971). Segundo MONCUR et al. (1989) o período médio de floração de cada árvore foi estimado em 20 dias.

Estudos realizados por KENRICK; KNOX (1989) e GRANT; MORAN; MONCUR (1994) confirmaram que a acácia-negra é alógama, com taxa de cruzamento natural superior a 90% e que as flores apresentam protoginia. MONCUR et al. (1989) observaram que a presença de flores hermafroditas (normais), em diferentes anos, foi relativamente constante. No entanto, detectaram também a presença de flores masculinas (flores que apresentavam pequeno órgão feminino desenvolvido e não produziram sementes). O pólen era transferido de flor para flor e de árvore para árvore, principalmente, por abelhas. MONCUR; SOMERVILLE (1989) constataram, em condições naturais, que a adição de 12 colméias de *Apis mellifera* não aumentou significativamente a produção de vagens.

Ainda, segundo BOLAND et al. (1984):

Os frutos são legumes mais ou menos retos, finamente peludos, comprimidos entre as sementes. Medem entre 5 a 15 cm de comprimento por 4 a 8 mm de largura e amadurecem de 12 a 14 meses depois da floração. Cada legume contém entre 1 e 14 sementes de cor negra, ovóide, de 3 a 5 mm de comprimento por 2 a 3,5 mm de largura, que se caracterizam por apresentar um arilo terminal curto de cor creme. A madeira da *A. mearnsii* apresenta alborno muito claro. O cerne possui coloração marrom claro com marcas avermelhadas, muito duro e resistente. Textura boa, mas comumente com grã reversa ou entrelaçada. Durabilidade baixa a moderada. A densidade básica é de aproximadamente 800 kg.m⁻³.

Em plantações no Rio Grande do Sul, o valor da densidade básica média da árvore, aos 7 anos de idade, está em torno de 620 kg.m⁻³ (GONZAGA et al., 1982; MARTINS et al., 1983 e BUSNARDO; GONZAGA; SANSIGOLO, 1986). Na África do Sul, aos 10 anos de idade, o valor encontrado foi de 642 kg.m⁻³ (DUNLOP, GOODRICKE; CLARKE, 2000).

Acacia mearnsii está estreitamente relacionada com *Acacia dealbata*. Esta, contudo, apresenta folíolos maiores, folhagem prateada e vagens maiores e moniliformes (BOLAND et al., 1984).

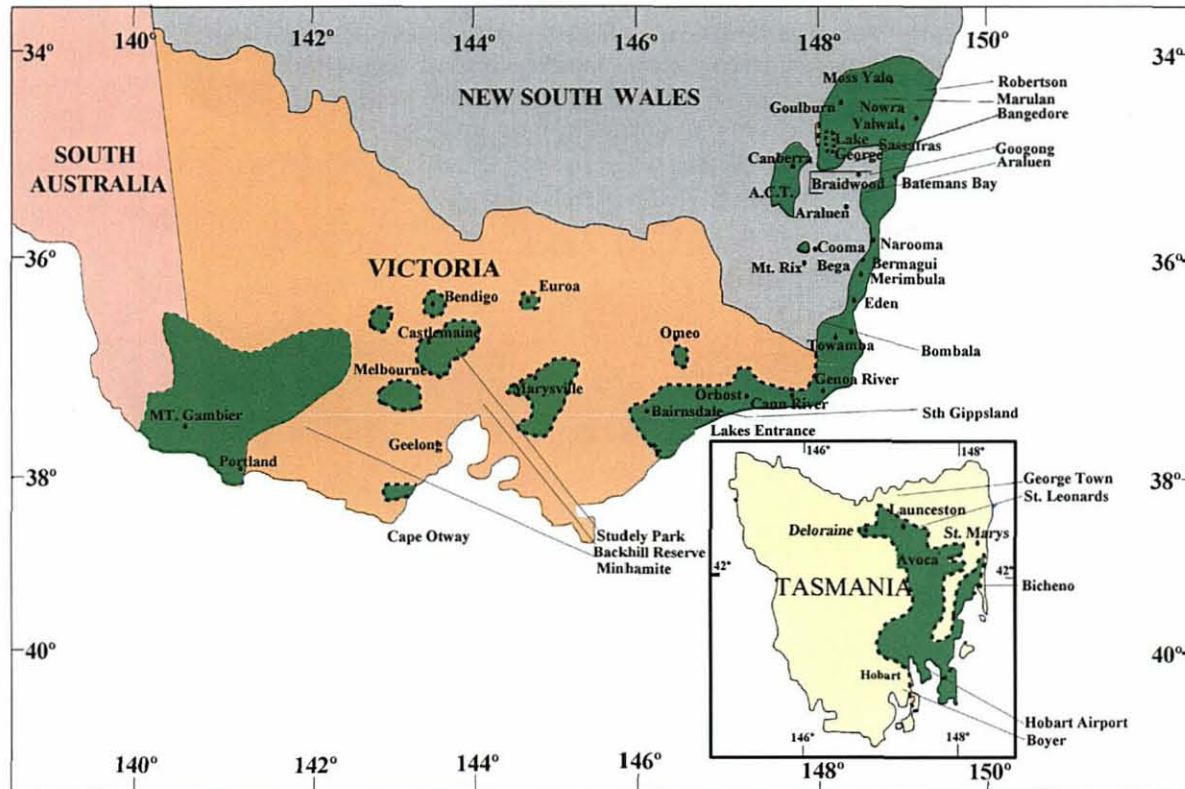
2.1.2 Distribuição Natural

A maioria das informações sobre acácia-negra em sua região de origem foi extraída do livro de BOLAND et al. (1984):

Acacia mearnsii ocorre no Sudeste Australiano, especialmente na planície costeira e nas baixas altitudes das serras e planaltos adjacentes, desde Sydney (Estado de *New South Wales* - NSW) até o Sudoeste do Estado de *South Australia* e nas baixas e intermediárias altitudes na *Tasmania* (Figura 4). A amplitude de latitude é de 34° a 43° Sul. Distribui-se desde o nível do mar até aproximadamente 850 metros de altitude.

Segundo SEARLE; BELL; MORAN (2000), apesar da distribuição natural ter sido reduzida significativamente durante esses últimos 200 anos, o limite norte de existência de populações é 33° 43' S (em *Bullaburra*, NSW) e o sul é o de 42° 58' S (sul de *Hobart*, *Tasmania*). Existem populações a 1070 m de altitude (*Monaro*, NSW).

FIGURA 4 - REGIÃO DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ACÁCIA-NEGRA NO SUL DA AUSTRÁLIA



FONTE: Adaptado de SHERRY (1971), BOOTH; SEARLE; BOLAND (1989), BLEAKLEY; MATHESON (1992) e SEARLE; BELL; MORAN (2000)

BOLAND et al. (1984) comentam que:

Na origem cresce em zonas climáticas frias a quentes, subúmidas e úmidas, onde a temperatura média do mês mais quente varia entre 25° e 28°C e a temperatura média do mês mais frio varia de 0° a 5°C. A espécie não cresce com vigor em áreas onde, em muitos dias, as temperaturas excedem aos 40°C. A ocorrência de geadas fortes varia de uma a 10 por ano nas áreas costeiras e chegam até 40, para alguns locais no planalto. A precipitação anual média varia de 625 a 1000 mm, com menores índices registrados variando de 300 a 500 mm. As chuvas ocorrem entre 105 e 175 dias por ano. Ocorre sobre uma topografia montanhosa suave e moderada, localizando-se, preferencialmente, nas faces leste e sul. Bom crescimento é observado em solos Podzólicos, moderadamente profundos. Ocorre em solos derivados de xisto e ardósia.

SHERRY (1971) comenta que a acácia-negra apresenta-se melhor em solos úmidos, relativamente profundos, leves e bem drenados, embora seja freqüentemente encontrada em solos moderadamente pesados e, ocasionalmente, em solos rasos. Não tolera solos ácidos, mas evita solos mal drenados ou de baixa fertilidade.

Finalmente, BOLAND et al. (1984) ressaltam que:

O tipo principal de vegetação onde a acácia-negra ocorre é a floresta aberta, mas também pode ocorrer em floresta aberta alta e savanas. As espécies de árvores dominantes são eucaliptos (*Eucalyptus viminalis* e *E. cypellocarpa* nos vales mais úmidos e nas encostas das colinas; *E. radiata* nas maiores altitudes e numerosas espécies do tipo *stringbark* nas áreas costeiras). Em todos os locais onde a acácia-negra ocorre, tem a tendência de ser o arbusto dominante, embora outros gêneros de acácias e arbustos possam estar presentes.

2.1.3 Utilizações

A acácia-negra, provavelmente, seja o melhor exemplo de uma espécie australiana que é utilizada extensivamente fora do país de origem e é quase ignorada no mesmo. Desde o início da colonização australiana, no Estado de *New South Wales*, os europeus reconheceram as características desta espécie. Inicialmente, se valorizou a madeira que proporcionava material para construções leves e para combustível. Mais tarde, se começou a utilizar a casca como matéria-prima para o curtimento das peles (BOLAND et al., 1984).

Diferentemente da maioria das espécies florestais utilizadas em plantações comerciais, *A. meamsii* é, historicamente, reconhecida pela qualidade da casca que possui. Segundo a TANAC [198-], a partir da casca são obtidos os extratos vegetais, ricos em tanantes e fenóis, que originam os taninos, largamente utilizados no curtimento de peles e que se constituem no mais conhecido grupo de produtos obtidos a partir da casca; os flocculantes, utilizados em processos de tratamento de águas (e que, por sua origem vegetal, não apresentam os inconvenientes e contra-indicações dos similares de origem química); os dispersantes, usados como aditivos nos processos onde é necessária a aspersão de líquidos; os adesivos e resinas, a base fenólica, destinadas principalmente às indústrias que utilizam madeiras e os componentes destinados à produção de agentes anti-corrosivos.

É a principal fonte de casca para a indústria de taninos vegetais em nível mundial. Segundo GRANJA (1985), o tanino está limitado em certos tecidos (epiderme, córtex, parênquima do floema, raios medulares e parênquima externo da medula). POSER et al. (1990), relatam que no tecido vivo do vegetal os taninos estão presentes, sobretudo em solução nos vacúolos. Quando a célula envelhece e perde seu conteúdo protoplasmático, o tanino é absorvido pela parede celular e no tecido morto, onde se acumula em quantidades consideráveis. Nos vegetais, esses compostos tem a função de defesa e proteção. Em virtude de sua adstringência, eles impedem o ataque de herbívoros às folhas e ao tronco.

Atualmente, os extratos tanantes disponíveis em escala comercial são extraídos, principalmente, da casca da acácia-negra e do cerne do quebracho (*Schinopsis balansae* Engl. e *S. lorentzii* Engl.). RIZZINI; MORS (1976) incluem, também, como plantas taníferas, o barbatimão, o angico, a aroeira, o mangue-vermelho e o *Eucalyptus astringens* (espécie não plantada no Brasil).

A. meamsii é uma das melhores espécies em termos de rendimento por árvore e de qualidade (composição e coloração) do tanino. *A. decurrens* tem aproximadamente o mesmo rendimento e *A. pycnantha* é ainda superior à *A. meamsii*, mas ambas espécies proporcionam extratos de maior coloração e quando utilizados para curtir, os produtos resultantes são mais escuros (SHERRY, 1971).

Em plantações de acácia-negra no Rio Grande do Sul, aos oito anos de idade, a estimativa do teor médio de tanino na casca é de 27% (MAESTRI, 1987), ou seja, de cada 100 quilos de casca seca ao ar se obtém 27 quilos de tanino. O

aumento do teor de tanino é correlacionado positivamente com o aumento da idade (KRAEMER et al., 1983; NICHOLSON, 1991; HIGA, 1992) e com a espessura da casca (KRAEMER et al., 1983). Já em relação à altura da árvore, o teor de tanino diminui no sentido base - topo (SILVA et al. 1985).

De acordo com informações da TANAC [199-a], as cinzas da caldeira e cascas esgotadas são misturadas com outros materiais orgânicos e compostadas, sendo posteriormente utilizadas na agricultura.

Face as suas características intrínsecas, a madeira de acácia-negra é utilizada em diferentes finalidades (GONZAGA et al., 1982). TONIETTO; STEIN (1997) mencionam que a madeira é utilizada na indústria de celulose, madeira aglomerada e como lenha na secagem de grãos e fumo, padarias e olarias, além do uso doméstico.

MARTINS et al. (1983) concluíram que a madeira de acácia-negra é matéria-prima de boa qualidade para a produção de celulose *kraft*, com rendimentos, propriedades óticas e físico-mecânicas adequadas. MUNERI¹, citado por DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE (2000), relata que no processo kraft, para cada metro cúbico de madeira, *A. mearnsii* produz 323 quilos de celulose, enquanto que, o *Eucalyptus grandis* produz 224 quilos.

Com relação à composição química da madeira, a acácia-negra apresentou valores mais elevados de holocelulose e pentosanas (Tabela 1), quando comparado ao *E. saligna* (MARTINS et al., 1983), indicando que os cavacos devem ser deslignificados mais facilmente, resultando em rendimentos levemente superiores em polpa celulósica.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE ACÁCIA-NEGRA ORIUNDA DE PLANTAÇÕES EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL

AUTORES	PORCENTAGEM			
	Lignina	Holocelulose	Pentosana	Cinza
GRANJA (1979)	22,0	75,4	20,6	0,34
GONZAGA et al. (1982)	18,8	81,4	21,2	0,32
MARTINS et al. (1983)	19,7	80,2	21,3	0,12
BUSNARDO et al. (1986)	19,0	80,9	20,8	0,28
MÉDIA	19,9	79,5	21,0	0,26

¹ MUNERI, A. Kraf pulping properties of *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus grandis* in Zimbabwe. **South African Forestry Journal**, n. 179, p. 13-19, 1997.

No Brasil, a plantação de acácia-negra tem uma característica multifuncional, pois tem uma ação recuperadora nos solos de baixa fertilidade, através da fixação de nitrogênio; permite a agricultura e a criação de gado no seu interior e de suas árvores é possível utilizar a casca e a madeira para fins industriais (TANAC, [199-a]). MEDRADO; CARVALHO (1998) afirmam que a acácia-negra é uma das espécies leguminosas de múltiplo propósito. CARPANEZZI (1998) comparou oito espécies com potencial de recuperação ambiental e destacou a acácia-negra. Considerou como sendo uma espécie que apresenta o perfil ideal, pois é uma espécie pioneira de vida curta, que cobre rapidamente o terreno. Não é invasora agressiva nem rebrota de cepa ou raiz e não inibe a sucessão local. Enriquece o solo devido à elevada deposição de folheto rico em nitrogênio.

A acácia-negra é uma árvore eficiente na fixação de nitrogênio. SHERRY (1971) relatou que as bactérias nitrificantes da raiz incorporam ao solo 225 kg de nitrogênio por hectare, enquanto que, AUER; SILVA², citados por VEZZANI et al. (1995), citaram 200 kg.ha⁻¹. Na região vulcânica de Wonosobo (Indonésia), onde existem extensas plantações desta espécie, os agricultores declararam que os cultivos de horticulturas e de tabaco que crescem em torno das árvores, produzem o dobro devido ao adubo verde, disponibilizado pelas primeiras (NAS³, citado por KANNEGIESSER, 1990).

Devido a seu rápido crescimento, sua adaptabilidade a uma grande variedade de locais e de sua habilidade de colonizar áreas que tenham perdido quase todo o solo superficial, a acácia-negra tem sido efetiva no controle da erosão e na melhoria da fertilidade do solo (KANNEGIESSER, 1990). No Brasil existem várias experiências que destacam a acácia-negra como sendo uma espécie indicada para a recuperação de áreas degradadas. REIS et al. (1986), estudando 16 diferentes espécies florestais, observaram que a acácia-negra atingiu 3,3 metros, aos 14 meses de idade. Foi eleita a espécie mais indicada para a recuperação de áreas degradadas em Florianópolis. REICHMANN NETO; SOARES (1983) relataram que, das oito espécies testadas, a acácia-negra apresentou maior altura e diâmetro

² AUER, C.G.; SILVA R. **Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas**. In: CARDOSO, E.J.B.N.; ISAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Coord.) Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992 p.157-72.

³ NAS. **Shrubs and tree species for energy production**. v. 1. Washington D.C. National Academy Press. 1980. 237 p.

do colo, aos 39 meses, em área de empréstimo de hidrelétricas no Paraná. CARVALHO; VIANNA NETO; DALMAS (1987) avaliaram o comportamento de 31 espécies florestais, em Quedas do Iguaçu - PR, aos 12 meses, e destacaram o crescimento em altura da acácia-negra e da bracatinga, 3,2 e 2,6 metros, respectivamente. Na Indonésia, Zaire e Sirilanka, a acácia-negra é plantada em grandes altitudes e em solos pobres que são instáveis e não suportam cultivos agrícolas (KANNEGIESSER, 1990).

Outro aspecto vantajoso nas plantações de acácia-negra é a possibilidade da realização de plantios consorciados com culturas agrícolas na entrelinha. Plantios com milho, mandioca e melancia no primeiro ano de plantio são muito comuns nas plantações de pequenos proprietários no Rio Grande do Sul (GRANJA, 1979).

Em sua revisão bibliográfica KANNEGIESSER (1990) relata que as folhas de *A. mearnsii* contêm em torno 15% de proteínas, mas ensaios com ovelhas mostram que são impalatáveis e só aceitas quando mescladas com outras folhagens. No Japão elas são consideradas como uma forragem de inferior qualidade. Por outro lado, no Havaí elas tem alimentado satisfatoriamente o gado durante períodos secos.

2.1.4 Plantações

TURNBULL; MIDGLEY; COSSALTER (1998) citam que as acácias australianas são plantadas em cerca de 70 países e ocupam dois milhões de hectares. As principais espécies utilizadas são *A. mangium*, *A. saligna* e *A. mearnsii*. Segundo esses mesmos autores, a acácia-negra é cultivada na Nova Zelândia, sul, centro e leste da África, Índia, América Central, América do Sul, Europa e Indonésia. Os principais países plantadores são a África do Sul e o Brasil onde estimam a existência de 500 mil hectares de plantações.

Na África do Sul foi introduzida em 1864 e em 1880 foi considerada como sendo um vegetal superior em tanino. De acordo com o OWEN; ZEL (2000), em 1960, a espécie alcançou a maior área plantada (355 mil hectares) e, atualmente, as plantações estão ao redor de 112 mil hectares. SHERRY (1971) relata que inicialmente a madeira de acácia foi utilizada como lenha, toras para construções e cercas. Posteriormente, como escora de minas, produção de celulose, carvão e

assoalhos. DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE (2000) comentam que na última década a madeira de acácia tem aumentado de importância, localmente e internacionalmente, como matéria-prima para a fabricação de celulose. A África do Sul produz cerca de um milhão de toneladas de madeira de acácia-negra por ano, sendo 82% desse total exportado para o Japão, para processamento em fábricas de celulose através do processo *kraft*.

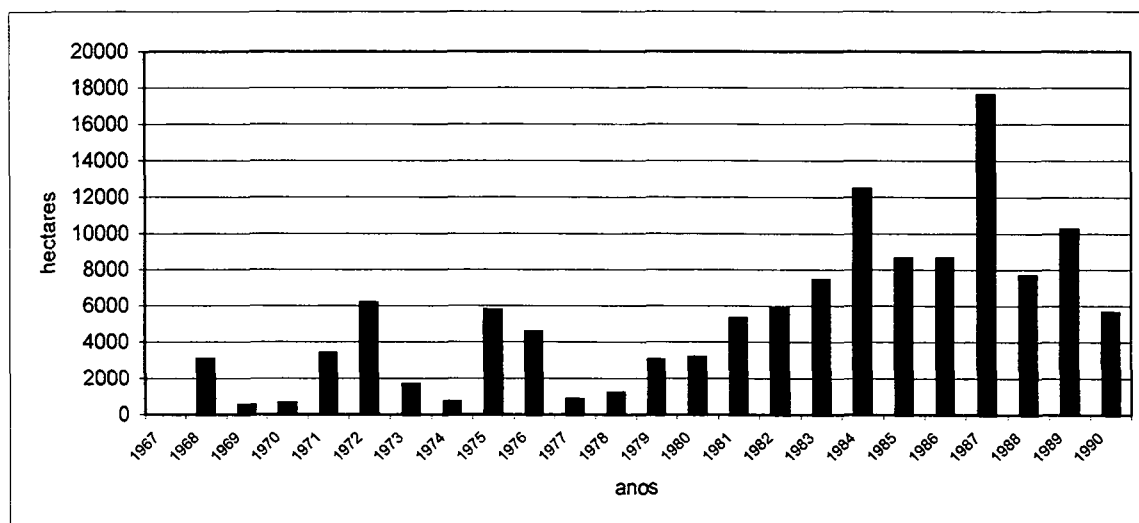
No Brasil, segundo OLIVEIRA (1968), o primeiro plantio de acácia-negra, no Rio Grande do Sul, foi em 1918. Porém, foi a partir de 1930, com a importação de 30 quilos de sementes da África do Sul, que se iniciaram efetivamente os plantios em escala comercial. A utilização industrial da acácia-negra iniciou-se em 1941, com a criação da Seta - Sociedade Extrativa Tanino de Acácia Ltda. Foi a primeira fábrica de tanino criada na América do Sul, depois das experiências positivas feitas pelos curtidores. Em 1948, foi fundada a Tanac S.A., sendo a maior empresa brasileira nesta atividade, líder do mercado interno e grande exportadora (TANAC [198-]).

De acordo com levantamentos realizados em 1957, existiam 81 milhões de árvores plantadas. Em 1959, os números de árvores evoluíram para 106 milhões; em 1961 para 129 milhões e em 1969 decresceram para 80-90 milhões de árvores plantadas, equivalendo a cerca de 50 mil hectares. A diminuição foi atribuída ao baixo preço para casca, ao não adequado aproveitamento da madeira e à falta de uma orientação técnica para regularização de plantios apenas em áreas de baixa fertilidade, cuja ação como uma leguminosa poderia propiciar o enriquecimento do solo (OLIVEIRA, 1968). Estatísticas publicadas por BRASIL (1995) informavam que no período de 1967 a 1990 foram plantados 124 mil hectares (Gráfico 1), equivalendo a 31,8% da área plantada no Estado do Rio Grande do Sul.

Na literatura consultada, existem várias informações sobre o número de hectares plantados com acácia-negra no Brasil. Os valores de hectares encontrados foram 140 mil (TONIETTO; STEIN, 1997), 150 mil (SETA, [199-]), 160 mil (MAESTRI et al. 1987; ASSIS et al., 1993; COELHO et al., 1999) e 200 mil (HIGA; RESENDE, 1994). Observa-se a falta de consistência nos números pelo fato da inexistência de um órgão que controle ou quantifique a área plantada com a espécie. Segundo TONIETTO; STEIN (1997) e SIMON (1999) o programa anual de plantio no Rio Grande do Sul tem oscilado entre 15 a 20 mil hectares. A consolidação do mercado de exportação de cavacos de acácia-negra para o Japão deu novo impulso para a

cultura na região. A Tanac S.A., uma das duas empresas que realiza esse serviço, exporta 300 mil toneladas de cavacos por ano (TANAC [199-a]). Para o ano de 2002, há uma expectativa de produção de 70 milhões de mudas, as quais possibilitarão o plantio de 25 mil hectares (SIMON, 2002)⁴.

GRÁFICO 1 - ÁREAS PLANTADAS COM ACÁCIA-NEGRA NO RIO GRANDE DO SUL EM HECTARES 1969 - 1990



FONTE: Adaptado de BRASIL (1995).

Historicamente, os primeiros plantios se concentraram em áreas próximas à encosta da Serra Gaúcha. Já, nas décadas de 70 e 80 os plantios foram realizados em áreas da Depressão Central e, mais recentemente, vêm sendo plantados nessas duas regiões e, também, em áreas da Serra do Sudeste ou Escudo Sul-Riograndense (Figura 5). Segundo TANAGRO (1992) as plantações de acácia-negra se concentram em aproximadamente 50 municípios do Estado e se espalham por um raio de aproximadamente 300 quilômetros, a partir do Vale do Rio Caí.

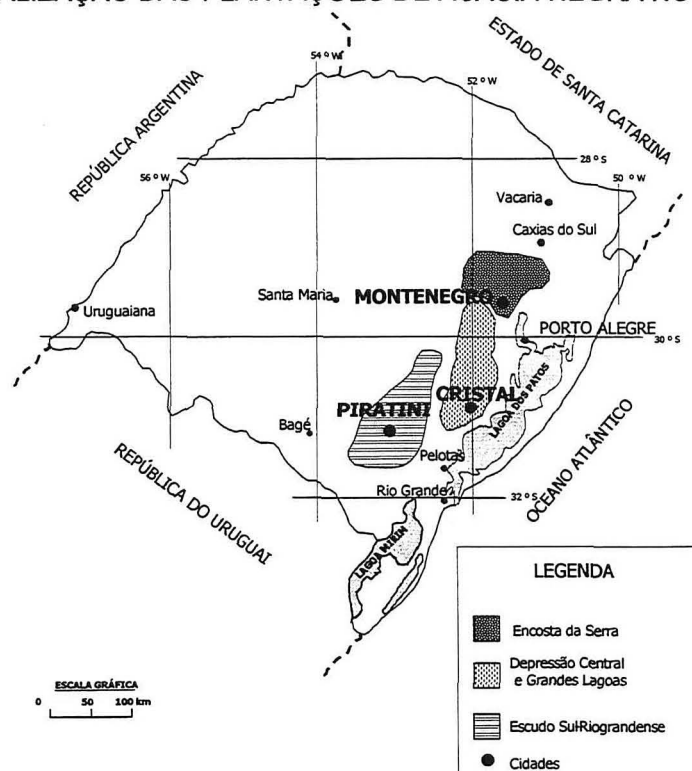
A cultura da acácia-negra é de ciclo curto, com colheitas em torno do sétimo ano de idade. Pela grande demanda de madeira e casca ou pelo fato de necessidade financeira dos agricultores, ocorrem cortes das plantações a partir do quinto ano (MANTOEFEL, 1991). Em seus estudos econômicos, envolvendo dez sistemas de produção agrosilvicultural com acácia-negra em várias localidades do Rio Grande do Sul, FLEIG (1993) concluiu que a colheita deveria ser

⁴ Comunicação pessoal do autor (maio de 2002)

preferencialmente realizada quando o plantio completasse sete anos, pois é nesta idade que o produtor rural maximizará sua renda líquida.

A acácia-negra exerce uma grande importância econômica e social nas pequenas propriedades (minifúndios) existentes na região de plantio, pois cerca de 60% das plantações pertencem aos pequenos proprietários (FILGUEIRAS, 1990). A maioria deles planta e colhe a acácia-negra na entressafra. CONTO et al. (1997) avaliaram seis propriedades situadas na região da Encosta da Serra Gaúcha e constataram que a acácia-negra se insere nas propriedades com o objetivo de gerar renda e melhorar o aproveitamento de áreas de solo com uso restrito para o cultivo de lavouras. TONIETTO (1996) estimou 23 mil famílias; OLIVEIRA (1968), GRANJA (1979) e SCHNEIDER et al. (1999) relataram 25 mil; TANAC [198-], FILGUEIRAS (1990) e FINGER et al. (2000) apresentaram 35 mil; TONIETTO; STEIN (1997) citaram 40 mil, enquanto que, KLEIN et al. (1992) mencionaram que 80 mil famílias são beneficiadas pelo resultado e alternativas criadas pela espécie. Mesmo sem a certeza do número correto, o fato é que a acácia-negra está integrada na atividade rural dos pequenos produtores e faz parte da economia da região.

FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA NO RS 1930 – 2000



FONTE: O autor

Na Austrália, a acácia-negra foi explorada desde o início da colonização britânica. Além do tanino, os pioneiros australianos verificaram que a madeira era excelente como combustível. Foi com a finalidade de fornecer combustível barato para o exército britânico na Índia que ela foi plantada ali pela primeira vez fora de seu habitat natural, em 1843 (POSER et al., 1990). Atualmente, é comumente plantada no sudeste da Austrália como ornamental e também em pequenas propriedades, devido a sua adaptabilidade em diferentes locais e pelo rápido crescimento inicial (SEARLE; BELL; MORAN, 2000).

Na China, a área total plantada, no início da década de 90, era de 10 mil hectares (WANG; FANG, 1991). Países como Zimbábue, Quênia e Tanzânia já tiveram 26 mil, 60 mil e 12 mil hectares plantados, respectivamente (BOLAND, 1997). Na Índia, HUSAIN; PONNUSWAMI; VISWANATHAN (1980) mencionaram a existência de 17 mil hectares em *Nilgiris* e área similar em *Upper Palnis*, onde é utilizada na produção de celulose e tanino. Na Nova Zelândia, SHELBOURNE et al. (2000) mencionam que estão sendo plantados 800 hectares anuais.

2.1.5 Silvicultura

Especificamente nas condições ambientais do Rio Grande do Sul, TONETTO; STEIN (1997), citam que as plantações de acácia-negra não toleram geadas fortes e intensas e nem período de estiagem, principalmente, no ano de implantação. Também não toleram solos hidromórficos. HIGA et al. (1998) relatam que plantações de acácia-negra foram danificadas em diferentes intensidades pelas geadas ocorridas na região de Piratini - RS, em 1995 e 1996. Estes fatos contradizem CARVALHO (1998), que recomenda a espécie para locais com ocorrência de geadas.

De acordo com TONETTO; STEIN (1997) o cultivo de acácia-negra pode ser realizado de três modos: regeneração natural, semeadura direta e com mudas produzidas em viveiro. Após o corte de áreas anteriormente cultivadas com acácia-negra, a queima dos resíduos florestais provoca a quebra da dormência das sementes caídas no solo, possibilitando sua germinação. Depois de alguns meses, efetua-se o desbaste seletivo, deixando-se uma densidade de 2000 a 2500 árvores por hectare. Alguns produtores da região da Serra Gaúcha ainda utilizam esse tipo

de manejo. Já na semeadura direta, as sementes são preparadas e semeadas manualmente em covas a intervalos fixos ou em linhas. No terreno são preparadas pequenas covas onde são semeadas de 15 a 20 sementes a 5 cm de profundidade. Atualmente, o plantio com mudas tem sido efetuado na maioria das plantações.

OLIVEIRA (1968) apontou que a densidade inicial de plantio varia de 2000 (3,0 x 1,66 m) a 2500 plantas (3,0 x 1,33 m) e que eram colhidas 1200 árvores com DAP maior que 7 cm. GRANJA (1979) afirmou que se plantava 2500 árvores e o aproveitamento era em torno de 1200 árvores. TONIETTO; STEIN (1997) comentam que em áreas onde as densidades iniciais eram acima de 2000 árvores, aos sete anos de idade, encontram-se cerca de 1300 árvores comerciais. Esses mesmos autores relatam que nas empresas a tendência é utilizar densidades iniciais de plantio variando de 2000 a 2500 mudas por hectare, enquanto que, em minifúndios os proprietários plantam de 2500 a 3000 mudas por hectare.

POSENATO (1977), KLEIN et al. (1992) e SCHNEIDER et al. (2000) estudaram diferentes espaçamentos de plantio para a acácia-negra no Rio Grande do Sul. Concluíram que quanto menor o espaçamento, maior a produção de casca e madeira, principalmente na fase inicial. Essa conclusão não considerou a análise econômica de todas as atividades envolvidas no plantio e colheita e, tão pouco, a qualidade dos produtos obtidos.

Na África do Sul, segundo GAO (1997), a densidade de plantio era de 2400 árvores por hectare e o espaçamento das árvores era de 1,5 x 2,7 m. Com a rotação de 10 anos, a densidade final dos talhões em sítios médios era de 1500 árvores, nos melhores era de 1250 árvores e nos piores de 1750 árvores por hectare. MORA et al. (2001) comentam que, atualmente, está se plantando acácia-negra em áreas de menor fertilidade e com espaçamento 3 x 2 m. Também mencionam que sementes melhoradas somente são utilizadas em 40% do plantio anual.

Na China, ZHENG et al. (1994) estudaram o espaçamento variando de 1 a 4 m² e concluíram, aos 5 anos de idade, que o maior espaçamento era o mais indicado.

Como leguminosa, a acácia-negra está entre as 50 melhores espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio (BREWBAKER; SUN, 1996) e tolera solos relativamente pobres, mas requer o fornecimento de fósforo para seu rápido crescimento. BORSSATTO; RAUEN; GONÇALVES (1983) detectaram, após 1 ano

de idade, que o fósforo foi o elemento mais significativo e que a sua ausência propiciou crescimento em altura similar à testemunha (sem adubação). MAESTRI et al. (1987), na região de Guaíba, encontraram resposta positiva da adubação fosfatada, aos três anos de idade. De acordo com a EMBRAPA (1992), os resultados, aos 6 anos de idade, confirmaram a importância do fósforo na nutrição da acácia-negra. A aplicação de 1500 Kg por hectare de fosfato de Araxá propiciou a produção de 203 st.ha⁻¹. A ausência deste elemento apresentou-se estatisticamente igual a testemunha sem adubação, que produziu 113 st.ha⁻¹. VEZZANI et al. (1997) constataram que o melhor crescimento do *E. globulus* em solos de acaciais decorreu da melhor nutrição nitrogenada e fosfatada das plantas. PEREIRA et al. (1999) observaram que, na retirada de madeira e casca na idade de colheita, os nutrientes mais exportados foram o nitrogênio, cálcio e magnésio. Em plantios comerciais, a adubação de 50 gramas de NPK (5: 30: 15) por planta tem sido realizada somente no primeiro ano de plantio (TONIETTO; STEIN, 1997).

Na África do Sul, HEBERT (1984), estudando a resposta da acácia-negra durante três rotações, detectou que o fósforo era o elemento mais importante na adubação. Também concluiu que a variação da produção em sucessivas rotações estava associada à precipitação anual durante o período, em particular as chuvas de verão. SCHONAU; GREY (1987), STUBBINGS; SCHONAU (1987) e LITTLE; SMITH; NORRIS (2001) reforçam a idéia de que a adubação (com P e K) e o controle da mato-competição são indispensáveis para o crescimento da acácia-negra. DUNLOP; GOODRICKE (2000) recomendam a utilização de P e K para solos derivados de arenito e para os demais solos somente a adubação fosfatada.

Experimentos de plantios mistos de acácia-negra com espécies de eucaliptos tem sido testados. No Brasil, VEZZANI (1997) comparou o consorcio com *E. saligna*, na proporção de 1: 1, com plantios puros das duas espécies. Conclui que o volume de madeira produzido nos três sistemas, aos 45 meses, não diferiram entre si. Na Austrália, o consorcio foi efetuado com *E. globulus*, em cinco diferentes proporções. KHANNA (1997) apresentou os resultados aos 33 meses e BAUHUS, KHANNA; MENDEN (2000) aos 6,5 anos. Nas duas idades, a proporção de 1:1 foi a que produziu maior volume de madeira.

2.1.6 Doenças e Pragas

A gomose é o principal problema fitossanitário da acácia-negra. Essa doença, de etiologia ainda não definida, provoca lesões necróticas no tronco das árvores, sendo que o sintoma mais característico é uma abundante exsudação gomosa. Começa a se desenvolver a partir de manchas no tronco, que além de diminuir a sua produtividade, pode até matar a árvore (FUPEF, 1998).

Avaliações recentes efetuadas em plantios no Rio Grande do Sul revelam que a gomose já ocorre em plantios jovens. HIGA; SIMON; DEDECEK (1999) relatam que 0,3% das plantas, com até três meses de idade, apresentavam sintomas de gomose e COELHO et al. (1999), analisando plantio com 18 meses de idade, observaram que a incidência era de 6%. Nos plantios adultos, a doença tende a apresentar uma progressão lenta e gradual. SHERRY (1971) relatou que na maioria dessas plantações existentes na África do Sul, onde chove no verão, pelo menos 20% das árvores da acácia-negra mostraram sintomas de gomose. FANG et al. (1994), avaliando experimento de procedências plantado na China, encontraram 22,3% das árvores com gomose severa. Em levantamento feito por SOTTA et al. (1994), no Rio Grande do Sul, a incidência da gomose nos povoamentos de acácia-negra, aos 8 anos de idade, era de 23%. Em avaliação feita em plantios situados em Encruzilhada do Sul, SANTOS (1998) constatou, aos quatro anos de idade, a incidência em 29,27% das árvores.

HIGA; SIMON; DEDECEK (1999) relataram que nos testes de patogenicidade conduzidos nos municípios de Encruzilhada do Sul, Cristal e Colombo, ficou confirmado que o fungo do gênero *Phytophthora* é o agente causal da gomose. Salientaram também que a distribuição de plantas doentes nos plantios ocorre ao acaso, o que sugere um comportamento em que o patógeno não está se disseminando de árvore para árvore. Também verificaram a associação do fungo oomiceto *Phytophthora* e dos fungos hifomicetos, *Fusarium* e *Cylindrocladium*, à gomose. SANTOS (2000) constatou que a maior severidade da doença ocorre no segmento basal, que corresponde desde o colo até 50 cm de altura.

Segundo HIGA; SIMON; DEDECEK (2000), tem-se verificado que em plantações sujeitas a condições de ventos constantes e intensos, juntamente com chuvas freqüentes, a doença pode ter comportamentos diferenciados, ocorrendo em

porções superiores do tronco, atingindo alturas acima de três metros. Nestas condições, os ventos podem provocar o aparecimento de trincas longitudinais ou rachaduras no tronco, que funcionam como portas de entrada ao patógeno, favorecendo a ocorrência de infecções na casca.

Na África do Sul, pesquisadores constataram que, nos solos úmidos, bem drenados e profundos (SCHONAU; FITZPATRICK, 1981) e nas áreas com precipitação acima de 1200 milímetros (SCHONAU; SCHULZE, 1984) ocorria o aumento da incidência de gomose. NIXON (1977) observou que árvores vigorosas apresentavam alta incidência de gomose.

No que diz respeito às pragas, além das formigas cortadeiras, há a necessidade de monitorar e controlar o cascudo-serrador (*Oncideres impluviata*, *O. dejeani* e *O. saga saga*), da ordem *Coleoptera*, família *Cerambycidae*. Esse besouro corta os ramos apicais ou laterais, prejudicando o crescimento da planta. DIDONÉ; BERLATO (1979), mencionaram que desde o início da acacicultura no Rio Grande do Sul, os plantadores se deparam com esse problema.

Durante a vida, o cascudo-serrador passa por quatro fases diferentes. Logo que nasce do ovo, a larva já começa a se alimentar da madeira da árvore. É nos galhos da acácia que ela passa pela fase de pupa. A quarta é a adulta, que é quando o cascudo se acasala e começa também a serrar. É a fêmea quem corta os galhos e, ao mesmo tempo, vai depositando os ovos nos cortes que faz na casca. Assim que acaba de por os ovos, ela termina de serrar os galhos. A partir daí, os ventos se encarregam de derrubar os galhos no chão (TANAC, [199-b]). O adulto surge em outubro e vai até o final de janeiro. Daí em diante, os ovos e as larvas ficam nos galhos cortados, completando o ciclo de vida até setembro, quando se transformam em adultos e aguardam a primeira quinzena de outubro para emergir.

Ciente dessa cronologia biológica e atendendo a legislação vigente (Lei Estadual 9.482, de 24 de dezembro de 1991 e Decreto 34.334, de 21 de maio de 1992), que obriga a coleta e queima dos galhos de acácia-negra em todo território do Rio Grande do Sul, têm sido desenvolvidas campanhas para acabar com o cascudo-serrador. O período de combate não deve ultrapassar os meses de abril - maio. Nessa época as larvas já estão crescidas e precisam ser queimadas antes que se transformem em insetos adultos. (OLIVEIRA, 1968 e TANAC, [199-b]).

Outras pragas surgiram nos últimos anos, com ataques esporádicos, mas de efeito prejudicial, como o de lagartas da família *Geometridae*, além de cochonilhas. De acordo com BRESSAN; SANTOS (1984) registrou-se, em 1982, o aparecimento da lagarta *Adeloneivaia subangulata* que desfolhou árvores em plantações localizadas em Guaíba. Nos dois anos seguintes, estes ataques se repetiram em duas diferentes áreas.

2.1.7 Produções de Madeira e Casca

A produção florestal depende de vários fatores. Dentre eles, os mais importantes são o clima, o solo, a qualidade das sementes utilizadas, técnicas silviculturais e o manejo adotado para alcançar a produção. Independentemente da identificação de cada uma dessas e de outras informações, as produtividades já alcançadas ou esperadas em plantações de acácia-negra estão expostas na Tabela 2.

TABELA 2 - INFORMAÇÕES SOBRE O CRESCIMENTO EM DAP, ALTURA, PRODUÇÃO DE CASCA E PRODUTIVIDADE DE MADEIRA DAS PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA EM DIFERENTES IDADES E LOCAIS.

CIDADE ESTADO PAÍS	IDADE DE CORTE (anos)	ALTURA (m)	DAP (cm)	CASCA (t ha ⁻¹)	MADEIRA (Produtividade por ano / ha)	AUTORES
Butiá - RS						PEREIRA et al.
Brasil	9,0	...	...	...	13,9 t	(1997)
Natal –						STUBBINGS;
África do Sul	10 – 11	17,4	14,5	21,0	10,6 t	SCHONAU (1982)
Transvaal –						STUBBINGS;
África do Sul	10 – 11	14,4	13,5	16,6	7,1 t	SCHONAU (1982)
Rio Grande do						FREDDO et al.
Sul – Brasil	6,3	17,5	14,6	...	35,2 m ³	(1999)
Natal –						SCHONAU;
África do Sul	6,0	16,4	13,6	...	25,9 m ³	GARDNER (1991)
Fukuoka -						
Japão	10,0	...	...	12,0	13,0 m ³	WAKI (1984)
...	7 – 10	...	...	...	15 - 25 m ³	TURNBULL (1987)
...	7 – 10	...	...	...	16 - 25 m ³	WEBB et al.(1980)
...	8 – 10	...	...	...	20 - 25 m ³	PANDEY (1987)
Rio Grande do					25,7 m ³ cc	SCHNEIDER;
Sul – Brasil	5,5	...	...	...	20,5 m ³ sc	SILVA (1979)
Rio Grande do						
Sul – Brasil	6,0	...	...	15,0	25 st	SIMON (1999)
Rio Grande do				12,0 -		
Sul – Brasil	...	...	...	19,0	22,8 a 31,4 st	SETA, [199-]
Rio Grande do						TONIETTO;
Sul – Brasil	...	...	...	15,7	27,6 st	STEIN (1997)
Rio Grande do				10,5 -		
Sul – Brasil	...	...	...	12,0	24,3 a 28,6 st	GRANJA (1979)

NOTA: ... dados não disponíveis, t - toneladas, st - estêreos de madeira, cc - com casca e sc - sem casca

Constata-se que não há uma padronização para expressar a produtividade florestal, em termos de madeira. Além do potencial do local e da tecnologia silvicultural utilizada é difícil comparar os resultados, pois alguns são experimentais. A amplitude de produtividade gira em torno dos 10 a 25 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ e a produção de casca em torno de 15 t.ha⁻¹. Na Figura 6 é possível observar a dimensão dos toretes e os feixes de casca na colheita efetuada aos sete anos de idade em Piratini.

FIGURA 6 - MADEIRA E CASCA COLHIDAS EM PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA EM PIRATINI, RS, AOS SETE ANOS DE IDADE



Foto: A.R.Higa, 1999

No que diz respeito à produção no decorrer dos anos, KASSIER; KOTZE (2000) apresentam a tabela de produção de casca e madeira para celulose na África do Sul, em sítio produtivo e considerando o plantio inicial de 1500 árvores (Tabela 3). No Brasil, apesar da existência de várias pesquisas na área de dendrometria e inventário (SCHNEIDER; SILVA, 1979; FINGER, 1982; SCHNEIDER et al., 1988; MAESTRI, 1992; FINGER et al., 2000 entre outros), somente foi possível adotar a curva de crescimento elaborada para o espaçamento 3 x 1,33 m. (SCHNEIDER et al., 2000).

O tronco de uma árvore de acácia-negra, com 6 a 8 anos de idade, pesa, em média, 60 quilos, sendo 6 de casca e 54 de madeira. Cerca de 8 árvores são necessárias para compor um estéreo de madeira. Este, por sua vez, pesa 90 quilos de casca verde e 60 quilos de casca seca ao ar (12% de umidade) após 8 dias de secagem (OLIVEIRA, 1968).

TABELA 3 - MÉDIAS DE CRESCIMENTO EM DAP, ALTURA, SOBREVIVÊNCIA, ÁREA BASAL E VOLUME ESPERADOS EM PLANTAÇÕES DE ACÁCIA-NEGRA REPRESENTATIVAS DA ÁFRICA DO SUL E BRASIL

Idade (anos)	ÁFRICA DO SUL					BRASIL				
	DAP (cm)	Altura (m)	Vivas (%)	A.Basal ($m^2 ha^{-1}$)	Volume ($m^3 sc ha^{-1}$)	DAP (cm)	Altura (m)	Vivas (%)	A.Basal ($m^2 ha^{-1}$)	Volume ($m^3 cc ha^{-1}$)
1	1,5	1,4	97,6	0,3	0,1	...	...	...	...	...
2	5,1	6,0	95,2	2,9	5,4	6,5	7,6	...	8,2	43,9
3	7,6	9,7	92,7	6,4	20,6	8,5	10,9	...	12,9	89,3
4	9,4	12,3	90,3	9,5	40,2	10,6	13,3	...	16,6	131,8
5	10,8	14,2	87,9	12,0	59,8	11,5	15,0	...	18,4	166,0
6	11,8	15,6	85,5	15,5	77,9	12,5	16,1	...	19,8	191,5
7	12,6	16,7	83,0	16,7	93,8	13,4	16,9	...	20,6	209,6
8	13,3	17,6	80,6	17,7	107,7	14,1	17,4	...	21,1	226,0

FONTE: adaptado de KASSIER; KOTZE (2000) e SCHNEIDER et al. (2000)

... dados não disponíveis

Analisando 120 árvores de acácia-negra, aos 7 anos de idade, plantadas em Barra do Ribeiro, RS, no espaçamento de 3,0 x 1,3 m, RECH; PEREIRA; FREITAS (1980) quantificaram que 1 m^3 de madeira verde pesava 1045 quilos e de madeira seca ao ar pesava 789 quilos; que o fator de forma era 0,66 e que o fator de empilhamento era 0,7829, ou seja, 1 m^3 equivalia a 1,277 estéreos. MORA et al. (2000) estimaram, aos 4 anos de idade, o fator de forma médio de progênes de acácia-negra igual a 0,517.

Segundo SCHNEIDER; SILVA (1979), RECH; PEREIRA; FREITAS (1980) e GONZAGA et al. (1983) os valores de porcentagem de casca estão em torno de 15% do volume da árvore.

2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DA ACÁCIA-NEGRA

2.2.1 Considerações Gerais

Antes da elaboração de qualquer programa de melhoramento genético é de capital importância o conhecimento dos fatores que limitam a produção florestal. Aspectos climáticos e edáficos, escolha da procedência e fonte de sementes, espaçamento de plantio, desbastes e idade de corte são alguns dos principais tópicos que estão diretamente relacionados com a produtividade florestal. Em determinadas situações, o aumento ou redução da média de um caráter qualquer é obtido, mais rapidamente e com menor custo, através de mudanças na tecnologia

silvicultural (preparo do solo, espaçamento, adubação, etc) do que com o melhoramento genético da espécie.

BROWN (1978), NAMKOONG (1979), NAMKOONG; BARNES; BURLEY (1980), PALMBERG; PAUL; WILLAN (1980), ZOBEL; WYK; STHAL (1987), ELDRIDGE et al. (1993), RESENDE (1997) e RESENDE (1999b) apresentam informações técnicas e tópicos importantes, tais como, estratégias, métodos de melhoramento e recursos humanos e administrativos para a implantação e condução de um programa de melhoramento.

NAMKOONG (1979) ressalta que o planejamento de um programa de melhoramento genético não é uma tarefa fácil. Considerando que os efeitos genéticos, variâncias, correlações etc. são estimáveis; fontes de variação genética predizíveis e a realização de cruzamentos e testes operacionalizáveis, a integração de todas essas informações em um programa é complexa. Ainda, deve-se considerar o fato de que o programa deve estar em sintonia com os sistemas silviculturais e o manejo utilizado. Nessa mesma linha de pensamento, ZOBEL; WYK; STHAL (1987) fazem a distinção entre o melhoramento genético florestal (*tree breeding*) e o melhoramento florestal global (*tree improvement*). O primeiro está focado nos estudos genéticos, enquanto que o segundo aglutina todas as ações que contribuem para a melhoria da produtividade florestal.

Tendo certeza de que com a espécie e procedência eleita é possível obter o produto desejado e que a fonte de sementes atende aos anseios estabelecidos, a escolha do caráter ou caracteres a serem melhorados torna-se o fato mais importante. Para tanto, é necessário levar em consideração, para cada caráter, o seu valor econômico (no presente e no futuro), a sua variabilidade, herdabilidade, correlação positiva com outros caracteres, além da facilidade de avaliação. Paralelamente, o conhecimento da biologia da espécie é de fundamental importância, pois a mesma poderá limitar a utilização de alguns métodos de melhoramento (BROWN, 1978, PALMBERG; PAUL; WILLAN, 1980 e ZOBEL; WYK; STHAL, 1987). Todos esses itens são importantes, pois o ganho é diretamente proporcional à variação existente na população, a herdabilidade do caráter e à intensidade de seleção praticada.

Em sua essência, a razão para a elaboração de um programa de melhoramento é a possibilidade de alcançar um objetivo pré-estabelecido, como por

exemplo, o aumento do teor de tanino ou a redução do teor de lignina. Ao mesmo tempo, ter disponíveis sementes ou propágulos para realizar os plantios e manter a possibilidade de realizar novas seleções e melhorias sucessivas.

De acordo com RESENDE (1999b), a eficiência dos programas de melhoramento genético é função dos diferentes procedimentos de seleção e recombinação. Um terceiro fator, também importante, é o tempo necessário para se completar o ciclo seletivo. Assim, a eficiência dos programas de melhoramento deve ser medida pelo ganho genético por unidade de tempo. Deste modo, a eficácia da seleção precoce é de suma importância dentro de um programa.

Nos quatro tópicos a seguir são apresentadas informações sobre os trabalhos de melhoramento genético com a acácia-negra realizados na Austrália, África do Sul, China e Brasil.

2.2.2 Austrália

BOLAND (1987) e CRESWICK (2000) enfatizaram a versatilidade silvicultural e reconheceram que *A. mearnsii* tem maior destaque em outros países do que na Austrália, seu habitat natural. HILLIS (1989) alertava para o fato de que as áreas das populações naturais da espécie estavam se reduzindo, em função da expansão das áreas agrícolas. Também questionava a inexistência de estudos detalhados sobre a distribuição da espécie e a variação genética entre e dentro de populações. Esses fatos são comprovados nos poucos trabalhos realizados na Austrália. A ênfase das pesquisas está associada a aspectos botânicos (BLEAKLEY; MATHESON, 1992), resistência à geada (POLLOCK; GREER; BULLOCH, 1986, SEARLE; OWEN; SNOWDON, 1994 e SEARLE et al., 1998) e à caracterização climática dos locais onde a espécie ocorre (BOOTH; JOVANOVIĆ, 1988).

BOLAND (1987) enfatiza que a primeira coleta de sementes, com razoável abrangência de procedências, foi realizada somente em 1984 e depois em 1986, envolvendo três empresas privadas coletoras de sementes e o *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO). Foram coletadas sementes em nível de procedências, bem como, coleta de sementes de árvores individuais. Relata também que uma das maiores dificuldades encontradas foi a identificação da vegetação natural e a existente em locais alterados, ao longo das rodovias. As

sementes coletadas foram a base da experimentação implantada na África do Sul, Brasil e China, em meados da década de 80.

BLEAKLEY; MATHESON (1992) estudaram as variações morfológicas de mudas de 21 procedências de *A. mearnsii*. Concluíram que a espécie pode ser separada em vários grupos: o do litoral e do interior, tendo as montanhas como seu divisor e o de baixa altitude da Tasmânia. Ressaltaram também que a diferenciação foi feita considerando 71 caracteres, sendo que algumas, tais como, ângulo do folíolo e retidão do eixo principal da muda aos 3 meses, geralmente não são utilizadas para a separação taxonômica. Embora a classificação climática seja útil para selecionar espécies para testes, os autores mencionaram que os grupos identificados no trabalho apresentaram baixa correlação com a classificação climática. A análise climática foi útil para assegurar que a amostragem (procedências testadas) representou a distribuição geográfica da espécie.

SEARLE; OWEN; SNOWDON (1994) avaliaram a resistência à geada de mudas de 25 procedências de *A. mearnsii*. Concluíram que as procedências de maior altitude do interior do país, do oeste de Victoria e da Tasmânia apresentaram maior resistência. Em continuidade a essa linha de pesquisa SEARLE et al. (1998) selecionaram duas procedências (Bodalla e Cooma) e avaliaram a variação entre 15 famílias de cada procedência. Em função dos resultados obtidos, enfatizam que existe a oportunidade de efetuar a seleção entre e dentro de famílias e com isso, aumentar a resistência à geada.

SEARLE; BELL; MORAN (2000) avaliaram a diversidade genética de *A. mearnsii* em mudas oriundas de 19 populações naturais. Analisaram 23 isoenzimas e constataram a existência de baixa diversidade genética entre populações, sendo que a maioria (89%, em média) ocorria dentro das populações. A análise do modelo de diversidade genética mostrou fraca correlação com a distribuição geográfica. Em função desses resultados, sugerem que seja efetuada a coleta de sementes de um maior número de árvores dentro de poucas populações dos três distintos grupos identificados através da distância genética.

2.2.3 África do Sul

O primeiro trabalho de melhoramento de acácia-negra que se tem registro na África do Sul foi publicado em 1927. Até 1930, tinham sido selecionadas fenotipicamente 300 árvores em plantações comerciais, sendo posteriormente testadas as respectivas progênes (SHERRY, 1971).

Nas duas décadas seguintes, vários autores avaliaram progênes e quantificaram entre 85% a 95% a taxa de cruzamento natural da espécie. Também foram realizados os primeiros trabalhos de hibridação entre *A. mearnsii* e *A. decurrens* (LI, 1997).

Em 1947, em função da importância econômica da espécie na África do Sul, foi criado o WRI (*Wattle Research Institute*). De acordo com DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE (2000), a partir de 1984, o instituto mudou o nome para ICFR (*Institute for Commercial Forestry Research*) e ampliou os trabalhos de pesquisa com outras espécies. DUNLOP (1994) ressaltava que o programa de melhoramento dessa instituição tinha como objetivo o aumento da produção de casca e de madeira das árvores, além da resistência às doenças, bem como o fornecimento de sementes melhoradas para os plantadores. Atualmente, em função da demanda de mercado, DUNLOP (1999) enfatiza que o programa visa também o melhoramento da qualidade da madeira da *A. mearnsii* para celulose.

Segundo SHERRY (1971), o programa de melhoramento genético com acácia-negra, elaborado inicialmente em 1948, propunha três linhas de pesquisa:

- a) Hibridação com *A. decurrens*;
- b) Seleção de fenótipos, aprovação em testes de progênes e propagação clonal para montagem dos pomares de sementes;
- c) Produção de híbridos heteróticos entre linhagens endogâmicas.

Em 1957, S. P. Sherry organizou uma viagem à Austrália visando coletar sementes da espécie. Foram amostrados 25 locais dos estados de *New South Wales*, *Victoria*, *South Australia* e *Tasmania*. A maioria das sementes dessa coleção foi oriunda de uma árvore por local e grande ênfase foi dada à seleção de árvores em população de alta altitude e alta latitude (SEARLE; OWEN; SNOWDON, 1994). Os resultados mostraram que não havia diferenças de crescimento entre as

procedências australianas e sul-africanas e que a procedência *Cooma* apresentou menor dano causado por geadas.

No período de 1950 a 1960, testes de progênes de meios-irmãos e irmãos completos foram instalados com os objetivos de estimar parâmetros genéticos e produzir sementes. Foram estimadas as herdabilidades (em nível de indivíduos) para tanino (0,55), gomose (0,29), espessura de casca (0,22) e diâmetro (0,14). O potencial de ganho estimado foi de 12% em altura e 8% em tanino (LI, 1997).

Em 1965 foi instalado um teste de progênie com 170 famílias. Em 1971 foram selecionadas 12 famílias, as quais foram encaminhadas para a instalação do novo Pomar de Sementes por Muda (SHERRY, 1971). Nesse caso específico, o novo teste, com a seleção de sementes remanescentes, recebe localmente o nome de Pomar de Sementes de Produção (DUNLOP, 1999).

NIXON (1969) já ressaltava a ineficiência da seleção fenotípica das árvores vigorosas e a ausência de correlação entre o teor de tanino e o vigor. NIXON (1974) analisando quatro testes de progênes, nas idades de 5 a 10 anos, concluiu que a seleção poderia ser feita aos cinco anos, com considerável grau de confiança.

NIXON (1977) relata que os estudos com propagação vegetativa começaram em 1962. Em 1974 propagaram 11 árvores, das quais seis tinham sido selecionadas em plantios comerciais ou em progênes de polinização aberta e as outras cinco em pomares de sementes por mudas. Em função do reduzido e variado número de estacas por clone, obtidas pelo método de alporquia, plantaram duas parcelas com 260 e 400 estacas. NIXON (1985) apresentou os resultados de avaliação desses clones aos 11 anos de idade (Tabela 4). Para efeito de comparação, utilizou parcelas adjacentes de plantios efetuados com diferentes graus de melhoramento. Sem nenhum rigor estatístico, concluiu que havia maior sobrevivência dos clones e que a pequena superioridade em crescimento não credenciaria ao descarte da utilização de mudas produzidas por sementes.

TABELA 4 - RESULTADOS DE ALTURA, DAP E PRODUÇÃO DE CASCA EM PARCELAS CLONAIAS E DE PLANTIOS COM SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA, AOS 11 ANOS DE IDADE, NA ÁFRICA DO SUL

FONTES DE MATERIAL	ÁRVORES POR ha	ALTURA (m)	DAP (cm)	CASCA (kg/arv)
Talhão 21				
Clones	1025	16,6	13,9	21,3
Pomar de primeira geração	1163	17,3	14,4	24,1
Pomar de segunda geração	1014	17,2	13,5	22,7
Comercial	984	17,1	13,8	23,8
Talhão 26				
Clones	1405	16,3	12,3	15,1
Pomar de primeira geração	1369	17,0	12,4	17,2
Pomar de segunda geração	1315	16,4	12,2	16,8
Comercial	1315	16,7	13,0	18,2

FONTE: NIXON (1985)

Em 1978, um experimento foi implantado com objetivo de verificar a melhoria alcançada com as diferentes seleções efetuadas entre 1965 e 1973. Foram testadas sementes provenientes de seis diferentes Pomares de Sementes por Mudas e um lote comercial. De acordo com os resultados (Tabela 5) concluíram que as diferenças entre eles foram significativas nos caracteres incidência de gomose e forma do tronco (GAO, 1997).

TABELA 5 - RESULTADOS, AOS 6,5 ANOS DE IDADE, DO TESTE DE FONTE DE SEMENTES INSTALADO NA ÁFRICA DO SUL

POMARES	FAMÍLIAS	DAP (cm)	GOMOSE (%)	VIVAS (%)
1	1	9,2	5,2	75,0
2	1	10,2	16,0	77,8
3	1	10,0	9,7	80,6
4	15	9,6	8,6	78,4
5-1	12	10,5	10,5	84,1
5-2	17	10,3	9,0	83,9
6	12	9,7	6,8	79,3
Comercial	1	9,2	27,0	77,8
Média geral		10,0	8,7	81,5

FONTE: GAO (1997)

Em 1985, baseado em pesquisas já realizadas, a *South African Wattle Growers Union* (SAWGU), juntamente com o ICFR, adquiriu uma coleção de procedências australianas de acácia-negra. Em 1986, esse material, juntamente com testemunhas locais, foi plantado em três locais (HAGEDORN, 1989) descritos no Quadro 1. Resultados de avaliações efetuadas aos 5,5 anos e 10 anos (Tabela 6) foram publicados por HAGEDORN (1993) e DUNLOP; HAGEDORN (1998).

QUADRO 1 - INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E CLIMÁTICAS DAS LOCALIDADES DA ÁFRICA DO SUL ONDE OS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE *A. mearnsii* FORAM INSTALADOS

LOCALIDADES	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Bloemendal	30°28'	29°32'	930	17,9	890
Mantonga	31°02'	27°19'	1125	18,2	880
Vlakkloof	30°33'	26°50'	1400	16,2	850

FONTE: adaptado de HAGEDORN (1993)

TABELA 6 - RESULTADOS AOS 5,5 E 10 ANOS DE IDADE DO TESTE DE PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADO EM BLOEMENDAL, ÁFRICA DO SUL

PROCEDÊNCIAS	5,5 ANOS			10 ANOS	
	DAP (cm)	Gomose (%)	A. Basal (m ² /ha)	DAP (cm)	Gomose (%)
Australianas					
Stratford	13,9	26,9	21,0	16,0	20,1
Bateman's Bay	13,6	16,2	21,6	15,3	18,8
Cann River	13,2	13,8	20,1	15,1	10,0
Merimbula	12,3	22,0	15,7	14,1	21,5
Omeo Highway	11,9	28,6	14,5	13,9	15,8
Mittatong	11,7	23,3	14,3	13,2	15,5
Bombala	11,3	24,4	12,5	12,6	15,1
Kyneton	11,1	50,7	9,3	12,5	23,0
Lake George	11,1	14,4	14,8	12,4	9,7
Sul-africanas					
Pomar de Sementes	14,2	9,6	17,8	16,2	19,8
RSA Comercial	13,0	47,2	13,4	14,9	20,4
NTE Comercial	12,2	51,2	11,0	13,6	21,6
Cape	10,4	90,6	5,0	11,6	22,3
MEDIA GERAL	12,3	32,2	14,7	14,0	18,0

FONTE: adaptado de HAGEDORN (1993) e DUNLOP; HAGEDORN (1998)

Os autores concluíram que as procedências *Lake George* e *Mittatong* foram as mais resistentes às fortes geadas que ocorreram no primeiro ano na localidade de *Vlakkloof*. As procedências *Stratford*, *Batemens Bay* e *Cann River*, juntamente com as sementes de pomar, se destacaram em crescimento e resistência a doenças, tanto em *Bloemendal*, como em *Mantonga*. A seleção poderia ser realizada aos cinco anos, pois comparando-se com os resultados de 10 anos não foi observada alteração na classificação das procedências.

Em meados dos anos 90, o programa de melhoramento conduzido pelo ICFR foi remodelado e adotou-se o conceito de sublinhas. Em 7 locais diferentes, foram instaladas 10 sublinhas, cada uma contendo 20 diferentes famílias (DUNLOP, 1994). A propagação vegetativa (estaquia e cultura de tecidos) passou a ser prioridade. Também iniciaram testes com outras 23 espécies do gênero *Acacia* que apresentavam potencial de utilização nas indústrias de celulose (DUNLOP, 1996).

Dentro da nova linha de pesquisa, ou seja, melhoramento da qualidade da fibra, DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE (2000) avaliaram um teste de progênies de acácia-negra e constataram o potencial para produção de celulose solúvel. O estudo mostrou que não há correlações adversas entre espessura de casca, crescimento, densidade da madeira e propriedades da celulose. Isso indica que existe a possibilidade de melhorar esses caracteres simultaneamente em uma mesma geração.

Até o final de 2000, haviam sido instalados 34 testes de progênies de *A. mearnsii* (ICFR, 2000). Esse fato evidencia que o programa de melhoramento do ICFR está alicerçado na seleção de árvores através da comprovação no teste de progênie.

2.2.4 China

Por volta de 1950, *A. mearnsii* foi introduzida em algumas províncias do sudeste da China com o objetivo de fornecer mais tanino para as indústrias de couro (HILLIS, 1989). A origem das sementes da primeira introdução é desconhecida (WANG; FANG, 1991).

Em 1981, o projeto de pesquisa Melhoramento e Tecnologia de cultivo da acácia-negra foi oficialmente aprovado pelo Ministério da Floresta. Em 1984, China e Austrália acordaram as execuções do programa de pesquisa cooperativa com acácia-negra (HO, 1997). Em 1985, o *Australian Centre for International Agricultural Research* (ACIAR), através da Divisão de Pesquisa Florestal do CSIRO, e a *Chinese Academy of Forestry* iniciaram o projeto de pesquisa com *A. mearnsii*. Basicamente, procuraram desenvolver um programa de melhoramento com o objetivo de aumentar a produção de tanino e madeira (HILLIS, 1989). O programa foi embasado no estabelecimento de testes de procedências e progênies dentro de procedências em vários locais da China, identificados como áreas aptas para o crescimento da espécie (Quadro 2). Muitas outras espécies do gênero *Acacia*, do norte da Austrália e Papua Nova Guiné têm sido testadas amplamente no sul da China desde 1960 (WANG; FANG, 1991).

QUADRO 2 - LOCALIDADES DA CHINA ONDE OS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE *A. mearnsii* FORAM INSTALADOS

LOCALIDADE	LATITUDE (N)	LONGITUDE (E)	ALTITUDE (m)	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Nandou	24°59'	107° 32'	698	18,0	1559
Ganzhou	25°51'	114° 50'	124	19,4	1434
Meipei	24°49'	117° 52'	109	21,0	1658
Nanping	26°39'	119° 10'	92	19,6	1679
Wenzhou	28°01'	120° 43'	50	17,9	1698

FONTE: GAO; LI (1991)

Em 1986 e 1987, os experimentos foram instalados nas localidades citadas no Quadro 2. Testaram procedências australianas (16), sul-africanas (2) chinesas (6) e brasileira (1). Para a seleção das melhores procedências, atribuíram pesos econômicos para volume (40%), produção de tanino (30%), forma das árvores (20%) e incidência de gomose (10%). Resultados dos testes de procedências foram relatados por GAO (1989), GAO; LI (1991), FANG et al. (1994) e LI et al. (1994). As principais conclusões foram:

- Diferenças acentuadas entre procedências para as variáveis altura, diâmetro do colo e biomassa das mudas. As melhores foram as duas da África do Sul e as australianas *Bungedore* e *Lake George* (GAO, 1989);
- Considerável variação entre procedências para o DAP e altura, aos 18 meses. Também observaram grande variação na porcentagem da primeira floração das árvores. Todas as procedências chinesas floresceram nessa idade (GAO, 1989);
- Diferenças estatísticas altamente significativas entre as procedências para as variáveis altura, DAP e volume de madeira, aos 3,5 anos. Nenhum modelo de variação foi estabelecido entre o crescimento e a variação geográfica das procedências em *Ganzhou* e *Nandan*. Diferenças significativas foram encontradas entre procedências para espessura de casca e porcentagem de tanino aos 4,5 anos de idade. Considerando a ponderação de pesos econômicos estabelecida, as melhores procedências foram *Cooma*, *Blackhill Reserve*, *Braidwood*, *Bodalla*, *Lake George*, *Omeo Highway*, *Batemans Bay* e *Polacks Flat Creek* (GAO; LI, 1991);
- Existência, aos 5 anos de idade, de altas e positivas correlações fenotípicas entre altura e DAP e entre espessura de casca e porcentagem de tanino. Constataram também, significativa correlação fenotípica entre as médias das

alturas das procedências em sucessivos anos. Em função disso, sugeriram a possibilidade de avaliar e selecionar procedências aos 3 anos de idade. Salientaram que somente nos solos com melhores condições é que a espécie demonstra completamente o seu potencial de rápido crescimento. A seleção baseada nos pesos econômicos e na estabilidade fenotípica sugere que as procedências *Braidwood*, *South Gippsland*, *Blackhill Reserve*, *Can River and Orbost*, *Batemans Bay* e o material genético brasileiro deveriam ser testados em maior escala (FANG et al. 1994);

- e) Existência de correlação positiva entre o teor de tanino com a latitude de origem na Austrália no local mais seco e tendência negativa com a longitude nos locais mais úmidos. Ressaltam que as procedências da África do Sul e Brasil foram superiores na qualidade da casca, refletindo o melhoramento da espécie nesses dois países (LI et al. 1994).

Dois testes combinados de progênies dentro de procedências foram instalados com o objetivo de convertê-los em Pomares de Sementes por Mudas (GAO; LI; WILLIAMS, 1991). Esses mesmos autores relatam que, aos dois anos de idade, a sobrevivência era de 74% em *Ganzhou* e 68% em *Changtai*. As herdabilidades foram similares nos dois locais (0,30 e 0,38 para altura e 0,29 e 0,37 para DAP, em *Changtai* e *Ganzhou*, respectivamente).

Nessa mesma experimentação, REN et al. (1994), avaliando os dados aos 4 anos de idade, observaram grande variação entre as famílias e alta interação genótipo e ambiente. Tendo como objetivo a manutenção de uma ampla base genética para a próxima geração, das 169 testadas, selecionaram as 35 melhores famílias baseando-se nos valores genéticos do DAP e as mantiveram no Pomar de Sementes por Mudas. Constataram que a maioria dessas famílias pertencia às procedências *Gippsland*, *Cann River and Orbost* e *Braidwood*.

2.2.5 Brasil

A história da introdução da acácia-negra no Brasil foi detalhadamente descrita por OLIVEIRA (1968). A seguir são apresentados relatos do autor que apresentam interesse no melhoramento genético da espécie:

O primeiro plantio, com cerca de 700 árvores, no Rio Grande do Sul foi em 1918, em terras da Companhia Geral de Industrias, no município de São Leopoldo. No entanto, o pioneirismo de plantações comerciais é atribuído a Júlio Carlos Lohmann, que recebeu sementes de duas árvores e cultivou, em 1928, cerca de 2000 árvores. Depois ele importou 30 quilos de sementes da África do Sul, iniciando em 1930 a primeira plantação para fins comerciais, em um local chamado Chacrinha, no município de Estrela. O que chamou a atenção de Lohmann foi a acentuada porcentagem de tanino produzida pela acácia-negra, em relação à casca de outras árvores utilizadas na época, como a aroeira e a caporoca. Em 1931, o pastor Jorge Schmelling trouxe da Europa sementes de cinco diferentes espécies de acácia (*A. melanoxylon*, *A. sanofila*, *A. decurrens*, *A. mollissima* e "acácia-branca"). Em 1932, Edwino Leuck, tomou conhecimento da existência de 12 árvores remanescentes da plantação realizada em 1918. Dessas, dez árvores forneceram sementes para os plantios subseqüentes, em virtude da boa qualidade da casca de duas árvores amostradas.

Nos 50 anos seguintes, ou seja, até início da década de 80, não se encontra na literatura nenhum artigo de melhoramento genético com a espécie no Brasil. Por esse motivo, acredita-se que todas as sementes utilizadas nos plantios comerciais tenham sido coletadas em árvores introduzidas na década de 30.

No Rio Grande do Sul, *A. meamsii* foi por muito tempo chamada de *A. mollissima*, até que, em 1960, Brenan e Melville esclareceram a sua verdadeira taxonomia. Também foi, freqüentemente, confundida com *A. decurrens*. Após análise taxonômica, caracterizou-se e identificou-se as espécies *A. meamsii* De Wild., *A. decurrens* (Wendl.) Wild. e *A. dealbata* Link existentes em plantios (MATTOS, 1980).

A primeira menção sobre melhoramento genético com acácia-negra no Brasil foi feita por HIGA; RESENDE (1994), que relataram a coleta de 120 quilos de sementes, em 1984, na Área de Produção de Sementes (APS) instalada em Montenegro, RS.

No ano de 1983, foi firmado o convênio entre a Embrapa Florestas e a Tanac S.A. visando a realização de pesquisas com a acácia-negra. Os problemas existentes na cultura da acácia naquela época eram: disponibilidade apenas de sementes coletadas em formigueiros; variação no crescimento entre as árvores plantadas; copas danificadas pelo cascudo-serrador; árvores com gomose e sobrevivência em torno de 50% na idade de corte (MORA et al. 2001).

Em sua essência, esse programa de melhoramento da espécie, elaborado pelo engenheiro florestal Antonio Rioyei Higa, enfocou três linhas básicas: produção de sementes melhoradas através da seleção massal; seleção fenotípica e genética de árvores em plantios comerciais e introdução de novos germoplasmas. A seguir são apresentadas informações de cada uma dessas linhas.

2.2.5.1 Produção de sementes melhoradas através da seleção massal

Em 1983 foi instalada, em Montenegro, a primeira APS com uma área de 30,5 hectares (HIGA; RESENDE, 1994). Nas informações dendrométricas efetuadas no talhão, aos quatro anos de idade (Tabela 7), constata-se a baixa sobrevivência e também a baixa intensidade de seleção efetuada naquela oportunidade, resultando em reduzidos diferenciais de seleção.

TABELA 7 - MÉDIAS DE SOBREVIVÊNCIA, ALTURA E DAP, ANTES E APÓS O DESBASTE, AOS QUATRO ANOS DE IDADE, DA APS INSTALADA EM MONTENEGRO, RS

CARACTERES OU ATIVIDADES	VALORES
Sobrevivência antes do desbaste	75,61%
Intensidade de desbaste (média)	23,90%
Altura média	
antes do desbaste	12,23 m
depois do desbaste	12,47 m
diferencial de seleção	0,24 m
DAP médio	
antes do desbaste	9,52 cm
depois do desbaste	10,73 cm
diferencial de seleção	1,21 cm

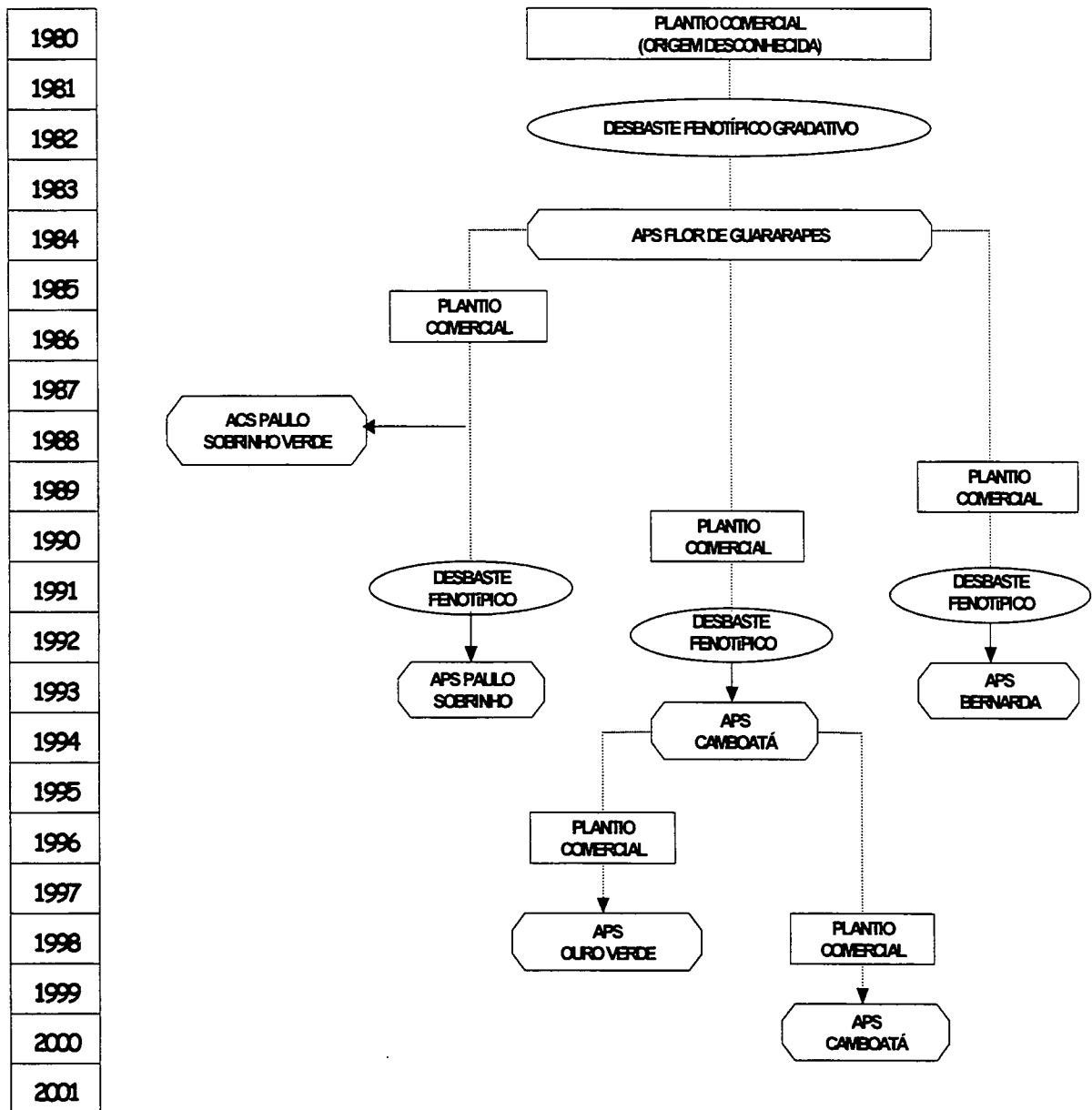
FONTE: Tanac S.A.

Essa primeira seleção das árvores foi baseada em crescimento, vigor, forma e distribuição espacial. Posteriormente, foram realizados mais três desbastes e, em 1989, a APS tinha apenas 146 árvores por hectare. Resgatando-se os registros dos trabalhos efetuados, elaborou-se o cronograma (Figura 7) da produção de sementes em APS, na Tanac S.A.

Em 1995, foi instalado um experimento com o objetivo de comparar o crescimento das sementes oriundas de diferentes APS e das coletadas em formigueiros. Na avaliação efetuada, aos seis anos de idade, foi possível constatar a superioridade de 16,8% na produção de madeira das sementes oriundas das APS,

especialmente pelo fato de apresentarem maior sobrevivência por área (STEIN et al., 2001).

FIGURA 7 - CRONOGRAMA DE EVENTOS OCORRIDOS COM AS SEMENTES DAS ÁREAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADAS NA TANAC – 1980 - 2000



FONTE: o autor

2.2.5.2 Seleção fenotípica e genética de árvores em plantios comerciais

A outra linha de pesquisa foi a seleção de árvores superiores em plantios comerciais existentes no Rio Grande do Sul. Inicialmente, admitiu-se o fato de que as introduções de sementes foram realizadas por volta de 1930, sem maiores cuidados quanto à base genética.

Em 1984, em uma primeira fase, foram fenotipicamente pré-selecionadas 1000 árvores, com intensidade de seleção de 1:2000 (cerca de uma árvore por hectare). Essa seleção levou em consideração o vigor, forma do tronco e ausência de gomose. Também foram observadas as presenças de serrador, ramificação, tamanho da copa e frutificação.

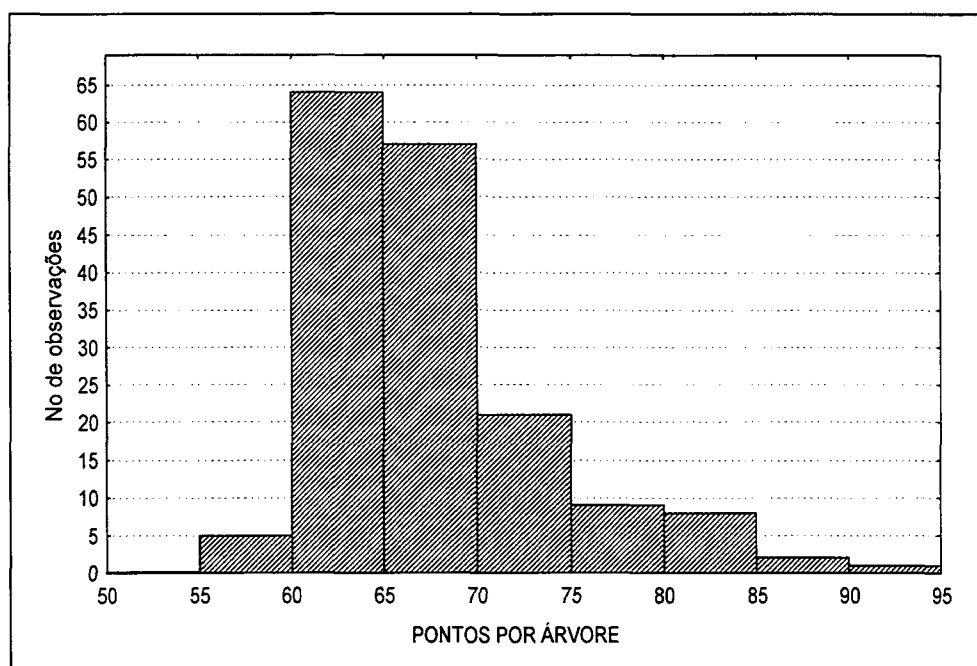
Para análise do teor de tanino de cada árvore pré-selecionada foi retirada uma amostra de casca na altura do DAP. A seleção final de árvores baseou-se na metodologia utilizada por FONSECA; KAGEYAMA (1978), que atribuía pontos para os caracteres. Considerou-se o DAP, altura, teor de tanino e forma do tronco como os mais importantes, pois a seleção visava o aumento de produtividade de madeira e tanino. Os pontos máximos foram 35 para teor de tanino; 30 para o DAP; 25 para altura e 10 para forma do tronco.

A espessura de casca está diretamente associada ao volume de casca que, por sua vez, está diretamente ligado a quantidade de tanino produzida. Nessa metodologia este caráter foi considerado indiretamente, quando se atribuiu o peso para diâmetro.

Quanto à gomose, a seleção foi feita de acordo com a presença ou não do sintoma. Árvores que apresentavam sintomas de gomose foram descartadas da seleção, independentemente da pontuação obtida. O ataque de serrador não foi levado em consideração, pois não se trata de um problema genético para a seleção. A ramificação e o tamanho da copa também não foram considerados.

Foi estabelecido que a pontuação mínima seria 60 pontos. Diante desse critério (seleção truncada), das 1000 árvores avaliadas foram selecionadas 170 árvores (Anexo 1). No Gráfico 2 é possível verificar a variação de pontuação existente entre as árvores. Em função de seu ótimo fenótipo, cinco árvores foram adicionadas à lista de árvores selecionadas, com pontuação abaixo do número estabelecido.

GRÁFICO 2 - HISTOGRAMA DA PONTUAÇÃO DAS ÁRVORES PRÉ-SELECIONADAS.



FONTE: o autor

Em função da presença de gomose, queda de árvores e ausência de sementes nas árvores, somente 92 árvores foram encaminhadas para teste de progênie.

Em dezembro de 1985, foi instalado o teste de progênie na fazenda Guararapes, em Montenegro. RESENDE et al. (1991) avaliaram, aos quatro anos de idade, os caracteres altura, DAP, sobrevivência, teor de tanino e relação tanantes - não tanantes. Além da maior sobrevivência (Tabela 8), os autores observaram maior homogeneidade entre árvores dentro do teste de progênie quando comparado aos plantios comerciais.

TABELA 8 - VALORES MÉDIOS, AOS 4 ANOS DE IDADE, DAS PROGÊNIES E TESTEMUNHA AVALIADAS EM TESTE INSTALADO EM MONTENEGRO, RS

VARIÁVEIS	PROGÊNIES	TESTEMUNHA
Altura (m)	11,97	12,00
DAP (cm)	10,02	9,85
Tanino (%)	25,14	...
Tanantes/ Não tanantes	2,89	...
Sobrevivência	85,54	77,50

FONTE: RESENDE et al. (1991)

NOTA: ... não se dispôs de dados suficientes para a comparação

Concluíram que para os caracteres altura e DAP, a média das progênie praticamente equivaleu à média da testemunha sem seleção, revelando a não

efetividade da seleção fenotípica aplicada sobre as árvores selecionadas. Atribuíram esse fato a alta influência ambiental manifestada na área de seleção e/ou a ocorrência da interação dos genótipos por ambiente, já que a seleção abrangeu oito fazendas na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul.

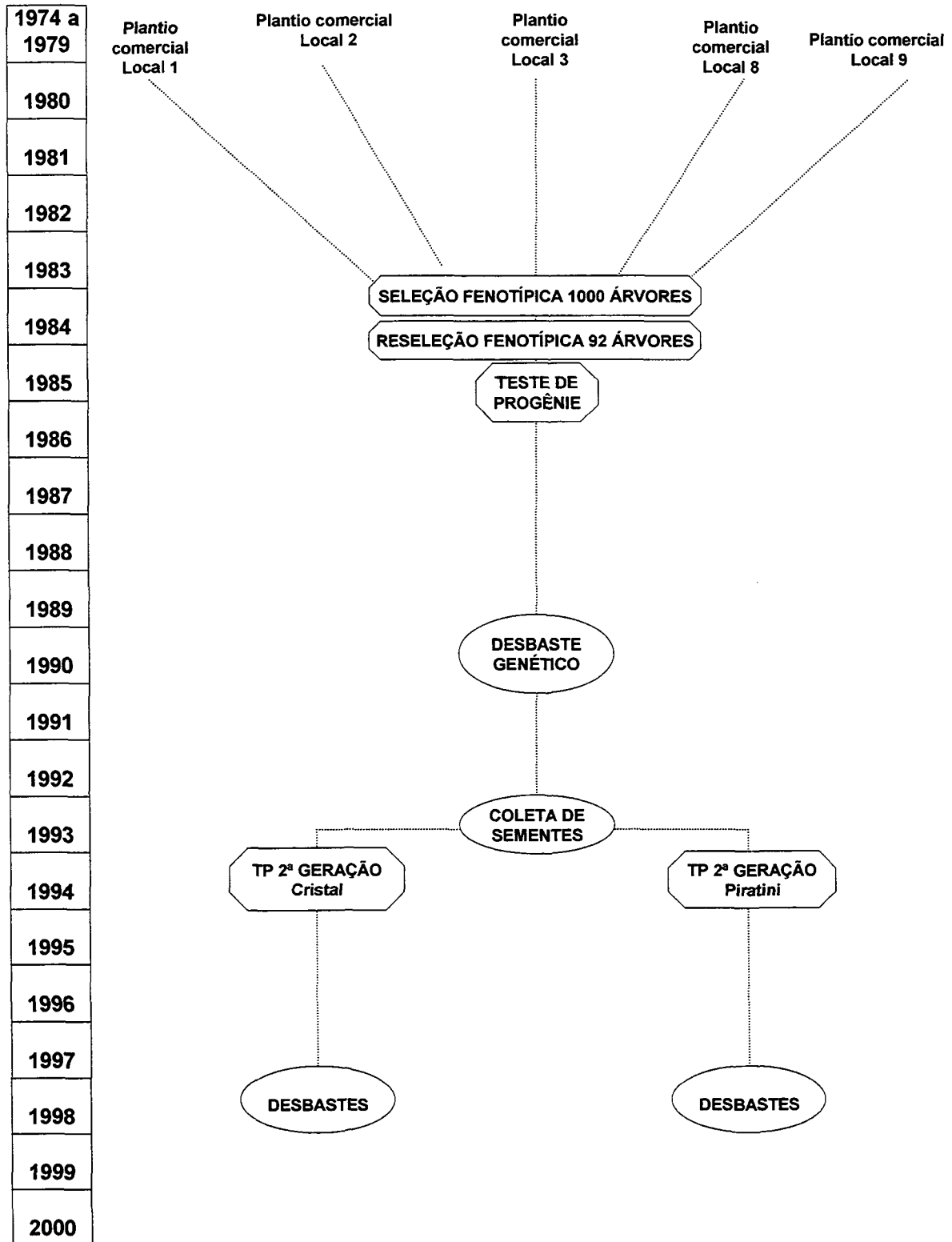
A herdabilidade individual do DAP estimada foi igual a 10,9%. Observaram correlações genéticas negativas de baixa magnitude entre os caracteres teor de tanino e DAP, bem como, teor de tanino e altura. Os autores estimaram que, utilizando a estratégia da seleção entre progênies de 54,7% para o DAP e tanino, baseada no método dos níveis independentes de eliminação (30% de intensidade de seleção final) resultaria em progressos de 2,4% em DAP e 3,1% em teor de tanino, com resposta correlacionada positiva em altura. A seleção dentro de progênies possibilitaria um ganho de 3,5% em DAP e também resposta correlacionada positiva em altura.

Em 1991 foi realizado o desbaste. Somente após o cruzamento entre as árvores selecionadas é que foram coletadas sementes para o novo teste de progênie. Manteve-se a identificação das genitoras e progenitoras. Em função da disponibilidade de sementes existentes, em 1994, foram instalados dois experimentos, sendo um no município de Cristal e outro em Piratini. Partes desses experimentos já foram desbastadas com objetivo de ampliar a formação de copa para futura coleta de sementes. A Figura 8 ilustra os trabalhos efetuados nessa linha de pesquisa durante esses 20 anos.

2.2.5.3 Introdução de novos germoplasmas

A introdução de novos germoplasmas foi feita com a colaboração do CSIRO, instituição australiana responsável oficial pela coleta de sementes florestais naquele país. Por intermédio de convênio, a Embrapa Florestas contratou o engenheiro florestal Roberto Alonso Silveira para participar de coleta de sementes de várias espécies de *Eucalyptus* e *Acacia meamsii*. Em janeiro de 1984, foram coletadas sementes de cinco procedências, com número variável de famílias por procedência (Quadro 3). No Anexo 2 encontra-se uma das fichas das procedências coletadas.

FIGURA 8 - CRONOGRAMA DE EVENTOS OCORRIDOS NOS TESTES DE PROGÊNIES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS NA TANAC COM ÁRVORES SELECIONADAS EM PLANTIOS COMERCIAIS EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL – 1984 -1998



FONTE: o autor

QUADRO 3 - INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DAS PROCEDÊNCIAS AUSTRALIANAS DE ACÁCIA-NEGRA TESTADAS NOS EXPERIMENTOS IMPLANTADOS EM 1986

LOTE	PROCEDÊNCIA	LATITUDE (S)	LONGITUDE (E)	ALTITUDE (m)	FAMÍLIAS
14394	Bega	36°30' a 36°45'	149°40' a 149°15'	80 a 120	13
14395	Lake George	34°55' a 35°15'	149°04' a 149°06'	700	7
14396	Braidwood	35°25' a 35°35'	149° 55'	640-670	5
14397	Bodalla	36° 08'	149° 55' a 150° 05'	75	11
14398	Bateman's Bay	36°20' a 36°25'	150° 13'	40	10

FONTE: RESENDE et al. (1992)

Esses materiais genéticos foram plantados em dezembro de 1986, no delineamento de blocos compactos de famílias, em três locais da Depressão Central do Rio Grande Sul. RESENDE et al. (1992) analisaram os dados de altura, DAP e sobrevivência, aos 3 anos de idade, de dois experimentos instalados no município de Montenegro (Tabela 9).

TABELA 9 - RESULTADOS DE CRESCIMENTO, AOS 3 ANOS DE IDADE, DE DOIS TESTES DE PROCEDÊNCIAS E PROGÊNIES DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS EM MONTENEGRO, RS

PROCEDÊNCIAS	FAZENDA DONA ANNA			FAZENDA GUARARAPES		
	Altura (m)	DAP (cm)	VIVAS (%)	Altura (m)	DAP (cm)	VIVAS (%)
Bungedore	6,8	5,4	83	7,5	6,2	85
Braidwood	6,8	5,5	94	7,1	5,7	91
Bega	7,7	6,4	84	7,9	6,4	93
Bodalla	7,8	6,0	86	7,9	6,4	91
Batemans Bay	8,2	6,5	94	8,5	6,9	92
Testemunha	8,9	7,9	84	8,4	6,8	90

FONTE: RESENDE et al. (1992)

Os autores constataram que, em termos médios, a procedência *Batemans Bay* apresentou melhor desenvolvimento dentre as testadas, porém não diferiu da testemunha local. Também observaram que o material australiano era mais promissor para seleção do que o da população local. Estimaram a herdabilidade, em nível de indivíduo, para o caráter DAP igual a 0,31 e 0,36.

Analisando os dados, aos 6 anos de idade, do outro experimento instalado no município de Butiá (Horto São Jerônimo, de propriedade da empresa Riocell S.A.), constatou-se diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos somente para a variável sobrevivência. (Tabela 10).

TABELA 10 - MÉDIAS DE DAP, ALTURA E SOBREVIVÊNCIA DAS PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA, AOS 6 ANOS DE IDADE, NO MUNICÍPIO DE BUTIÁ, RS

PROCEDÊNCIAS	DAP (cm)	ALTURA (m)	VIVAS (%)
Lake George	14,4	16,6	52,8
Braidwood	14,6	16,7	53,7
Bega	14,6	16,8	50,5
Bodalla	14,7	17,1	66,2
Batemans Bay	14,7	17,1	69,4
Testemunha	15,8	17,9	75,2

FONTE: o autor

Os dois testes de progênies instalados em Montenegro foram desbastados e transformados em Pomares de Sementes por Mudas. Porém, em função da venda da fazenda, foram desativados. Antes desse fato acontecer, foi possível coletar sementes, identificando-se o número da progênie, bloco e árvore. Deste modo, foi possível avançar em outra geração, instalando-se três novos testes de progênies.

2.3 PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE ACÁCIA-NEGRA

TURNBULL (1987) comentou que avanços no melhoramento genético dependem do conhecimento da biologia reprodutiva, dos sistemas de cruzamento e da propagação vegetativa. Enfatizou que, no caso das acácias, existiam poucas informações sobre esses mecanismos, havendo então a necessidade de intensificar as pesquisas nessa área. No Brasil, os estudos com acácia-negra têm se concentrado na qualidade fisiológica das sementes (MARTINS-CORDER et al., 1999 e FOWLER et al. 2000), na produção de mudas (TEDESCO, 1999 e CALDEIRA; SCHUMACHER; TEDESCO, 2000), produção de estacas (ASSIS et al., 1993) e propagação *in vitro* (CORREIA; GRAÇA, 1995).

Nas condições ambientais do Rio Grande do Sul, TONIETTO; STEIN (1997) afirmam que a formação da gema floral inicia-se a partir do terceiro ano, produzindo suas primeiras sementes no quarto ano, com intensidade reduzida. A produção normal para colheita de sementes para fins comerciais se inicia a partir do quinto ano. A floração ocorre nos meses de setembro a outubro, produzindo sementes no ano seguinte, nos meses de novembro e dezembro, 14 meses após a floração.

Apesar da dificuldade de realização da polinização controlada (RAYMOND, 1997), estudos realizados por MONCUR et al. (1989), em *Bungedore*, demonstraram

que é possível aumentar a produção de vagens por inflorescência por este método. Após 5 semanas da polinização, o número de vagens formadas com a polinização controlada foi de 21,2%, enquanto que, na polinização aberta foi de 1,3%. HARBARD (1995) apresenta detalhes para a execução da polinização controlada em espécies do gênero *Acacia*.

A coleta de sementes pode ser feita de duas maneiras. Nos pomares existentes na África do Sul, o solo é mantido limpo e tanto as vagens como as sementes são coletadas no chão (RAYMOND, 1997). No Brasil, a coleta é através da subida em árvores, com posterior agitação dos ramos que contém vagens. Essas caem em lonas colocadas no solo e abaixo das copas das árvores. Em uma APS, com 10 anos de idade, a produção média por árvore foi de 700 gramas (TONIETTO; STEIN, 1997).

Especificamente para as condições brasileiras, OLIVEIRA (1968) e BORSSATTO; RAUEN; GONÇALVES (1983) alertaram que as mudas produzidas em escala comercial, pelos acacicultores do Rio Grande do Sul, eram provenientes de sementes coletadas no chão e em formigueiros existentes nas áreas de acaciais, não havendo controle algum sobre o material.

A grande disponibilidade de sementes existente deve-se à facilidade de colheita junto a formigueiros. As formigas cortadeiras levam as sementes até o olheiro e retiram o arilo (a polpa branca junto ao hilo), devolvendo as sementes em sua lixeira, sem afetar o poder germinativo da mesma. Nesta situação é possível coletar até 3 quilos de sementes por formigueiro (TONIETTO; STEIN, 1997).

A estimativa do número de sementes de *A. mearnsii* por quilo, segundo WEBB; WOOD; SMITH (1980) é de 66 a 75 mil, enquanto que, TONIETTO; STEIN (1997) afirmam que, independente da procedência, tem-se, em média, 65 mil.

A semente de acácia-negra apresenta um tegumento impermeável e, portanto, necessita receber tratamento pré-germinativo, para se obter uma germinação rápida e uniforme (BIANCHETTI; RAMOS, 1983). SHERRY (1971) recomendou deixá-las embebida em água por 12 horas. Efetua-se a drenagem e lavagem com água fria para eliminar as impurezas e a mucilagem. Uma vez limpas, derramam-se as sementes sobre sacos e deixando-as secando na sombra. A semente tratada desta maneira pode ser conservada por 2 a 3 anos sem perder sua

viabilidade. No Quadro 4 são apresentadas as descrições de metodologias para a quebra de dormência da acácia-negra recomendadas por pesquisadores no Brasil.

QUADRO 4 - METODOLOGIAS PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA POR DIVERSOS AUTORES

AUTORES	RECOMENDAÇÕES PARA A QUEBRA DE DORMÊNCIA
PEIXOTO (1958)	Imersão das sementes em água a 100°C, durante 3 minutos, deixando as sementes submersas até que a água atinja a temperatura ambiente.
BIANCHETTI; RAMOS (1983)	Imersão em água fervente por três a seis minutos ou a imersão em água quente (90 °C), mais repouso na mesma água fora do aquecimento por 24 horas.
EMBRAPA [198-]	Imersão em água quente a 80°C, durante 24 horas.
TONIETTO; STEIN (1997)	Choque térmico (fervura em água por 5 a 10 minutos).
MARTINS-CORDER et al. (1999)	Imersão em água quente a 80°C, por 1 a 5 minutos.

Para a produção de mudas de acácia-negra é necessário misturar terra inoculada ao substrato a ser utilizado ou estirpes de *Rhizobium* misturados com as sementes. Em cada recipiente (torrão, laminado ou tubete) são semeadas duas a três sementes, que começam a germinar, dependendo da temperatura ambiente, entre 4 a 20 dias após a semeadura. O raleamento é feito eliminando-se as piores mudas. Quando atingem 20 centímetros estão em condições de serem levadas para o campo.

Atualmente, segundo levantamentos efetuados por SIMON (1999), a produção anual de mudas de acácia-negra, em viveiros cadastrados pela Tanac S.A., é de 37 milhões de mudas.

O período de produção de mudas é de fevereiro até setembro e o ciclo de produção varia de 60 a 100 dias (TONIETTO; STEIN, 1997). Segundo SIMON (1999) com um quilo de sementes é possível produzir 45 mil mudas.

Apesar da existência de registros na literatura sobre testes clonais (NIXON, 1985 e ICFR, 2000) e plantios clonais (ZEIJLEMAKER, 1976 e MORA et al., 2001) com a espécie, o que se constata é que ela é de difícil propagação vegetativa e que o sucesso é limitado. BECK; DUNLOP (1999) apresentam relatos dos trabalhos de estaquia, embriogênese somática e cultura nodal. Utilizando brotações retiradas de árvores com 10 meses de idade, concluíram que o melhor tratamento (baixa dosagem de ácido indol butírico) apresentou 20 – 30% de enraizamento.

MONCUR; MORAN; GRANT (1991) corroboram com os comentários efetuados por RAYMOND⁵ que, em virtude das dificuldades de propagação vegetativa e polinização controlada, é necessário estabelecer estratégias de melhoramento baseadas em progênies de polinização aberta.

2.4 TESTES GENÉTICOS DE ACÁCIA-NEGRA

2.4.1 Generalidades

Testes genéticos podem ser definidos como sendo experimentos, com delineamento experimental, onde o objetivo principal é verificar se nos tratamentos testados existem diferenças significativas devido a efeitos genéticos. Os tratamentos podem ser representados por diferentes espécies, procedências, progênies de polinização aberta ou controlada e também por clones. WRIGHT (1976), FERREIRA; ARAUJO (1981), SHIMIZU; HIGA; KAGEYAMA (1982), ZOBEL; TALBERT (1984), ELDRIGE et al. (1993) apresentam informações detalhadas sobre os diferentes tipos de testes genéticos.

Além de serem utilizados para detectar diferenças entre os tratamentos, muitas vezes, os testes genéticos podem ser transformados em áreas onde se coletam sementes para novos testes (populações de melhoramento), ou até mesmo, para plantios comerciais (populações de produção). Dentre os testes genéticos existentes, os de procedências e os de progênies são os mais utilizados na área florestal.

Os testes de procedências são úteis para examinar a variação genética natural disponível e, através da seleção, indicar as melhores fontes de sementes para plantio e futuros trabalhos de melhoramento. São procedimentos importantes dentro de qualquer trabalho de melhoramento de espécies florestais. Têm sido utilizados intensamente nos programas de melhoramento genético de *Eucalyptus* e *Pinus* (ZOBEL; TALBERT, 1984, ZOBEL; WYK; STHAL, 1987, ELDRIDGE et al., 1993 e FERREIRA; SANTOS, 1997).

⁵ RAYMOND, C.A. *Acacia mearnsii* A breeding plan for China. ACIAR Project 8458. CSIRO Division of Forestry and Forest Products, Canberra, Austrália. 52p. 1987.

Já os testes de progênies são empregados com diferentes objetivos e são essenciais para que se obtenha ganhos através da seleção. Na área florestal os testes de progênies são utilizados para avaliar os genitores, com base no fenótipo de seus descendentes e também para selecionar árvores dentro das melhores famílias. Nesse último caso, podem-se coletar propágulos ou sementes para plantio comercial ou para novos testes.

SHIMIZU; HIGA; KAGEYAMA (1982) ressaltaram que, no início da década de 80, os testes de progênies no Brasil eram utilizados para conservação genética de populações, determinação da estrutura genética de populações, produção de sementes melhoradas, determinação do valor genotípico de uma matriz selecionada, determinação de parâmetros genéticos e gerar indivíduos para seleção recorrente.

Para atingir vários objetivos simultaneamente, depara-se com conflitos estatísticos e silviculturais. Por exemplo, COTTERIL; JAMES (1984) mencionaram que, tanto do ponto de vista matemático, como de amostragem, 10 a 20 indivíduos por família, plantados em parcelas com uma árvore por parcela ou duas árvores não contíguas por parcela, são suficientes para avaliar confiavelmente cada família. Em contra-partida, do ponto de vista silvicultural, CLARKE; CLEGG; GALLOWAY (1997) enfatizam que parcelas pequenas não fornecem estimativas de produção acuradas, pois a densidade de plantio é um importante componente da produtividade. É importante lembrar que, na área florestal, normalmente, para estimar a produção volumétrica por hectare, tem sido recomendada a utilização de parcelas com dimensões variando entre 400 e 600 m² (aproximadamente 100 árvores por parcela) e com número de repetições adequado ao grau de confiabilidade desejado.

Não existe uma padronização no que diz respeito ao tamanho e forma das parcelas em testes genéticos. Existe variação desde uma árvore por parcela (*single tree plot*) até 100 árvores por parcela (incluindo as árvores de bordadura). BOLAND; TURNBULL (1989) relataram que para o teste de espécies de acácias australianas, os pesquisadores optaram pela escolha de um delineamento simples e robusto (blocos ao acaso), com parcelas quadradas de 25 a 36 árvores e três a quatro repetições. Todavia, há razões estatísticas para a utilização de delineamentos de blocos incompletos com 5 a 10 árvores por parcela, se os experimentos forem de eliminações de espécies menos conhecidas. Já CLARKE, CLEGG; GALLOWAY (1997) enfatizam que parcelas grandes (7 x 7 ou 8 x 8 árvores) fornecem boas

estimativas de produção, porém podem ser influenciadas por diferenças de micro-sites dentro das parcelas, enquanto que, parcelas menores são mais comumente distorcidas pela competição entre parcelas. Parcelas maiores permitem a proteção contra a competição entre si e permite a realização de desbastes.

2.4.2 Peculiaridades

2.4.2.1 Competição entre árvores

Sendo uma espécie pioneira, o crescimento inicial da acácia-negra em altura (até os 3 anos) é muito rápido e depois tende a se estabilizar. Diante desse comportamento silvicultural, o delineamento, o tamanho e a forma das parcelas devem ser levados em consideração.

Nos testes de procedências, onde a variabilidade é maior, existe maior probabilidade de competição entre as procedências. Aquelas que se adaptam melhor ao local crescem mais e tem maior chance de aproveitar o espaço pertencente a uma outra árvore adjacente, que não cresça com a mesma intensidade. A aplicação dos conceitos de amostragem ampla, restrita e comportamento silvicultural, preconizados por FERREIRA; ARAUJO (1981) são de suma importância. Já em um teste de progênie com árvores de uma mesma população, espera-se encontrar menor variação em crescimento, acarretando menor efeito de competição entre parcelas.

No Brasil, os testes genéticos de acácia-negra foram instalados de diferentes formas. Três testes combinados de procedência e progênie foram instalados no delineamento *compact family block*, com parcelas lineares de 5 plantas, repetidas 5 vezes (RESENDE et al., 1992). Já o teste de progênie de árvores selecionadas em plantios comerciais foi plantado no delineamento em blocos ao acaso, com 1 árvore por parcela, repetida 40 vezes. Na análise estatística, em função do número de parcelas perdidas, houve a necessidade de considerar o agrupamento de parcelas, transformando-as em parcelas não contíguas com 8 árvores, repetidas 5 vezes (RESENDE et al., 1991). Em sua maioria, têm sido utilizadas as recomendações apresentadas por SHIMIZU; HIGA; KAGEYAMA (1982).

Na África do Sul, os testes de procedências foram plantados no delineamento blocos ao acaso, com parcelas lineares de 8 plantas (HAGERDON, 1993). Já os testes de progênies vêm sendo plantados com 30 famílias e parcelas lineares com 8 árvores, repetidas 4 vezes (ICFR, 2000).

Na China foram instalados dois tipos de testes genéticos. O teste de procedência foi instalado em quatro locais. Testaram 25 procedências, dispostas em parcelas quadradas com 25 plantas, repetidas 5 vezes (GAO; LI, 1991). Já o teste de 169 progênies (combinado com procedências) foi implantado no delineamento em blocos incompletos, com uma planta por parcela, repetida 20 vezes (GAO; LI; WILLIAMMS, 1991).

2.4.2.2 Sobrevivência

CHAMBERS; BORRALHO; POTTS (1996) comentam que um dos interesses do melhoramento genético é o aumento da produção por área e isso é possível através da combinação do aumento da taxa de crescimento da árvore com a maior sobrevivência por área. Entretanto, o caráter crescimento tem recebido mais atenção do que a sobrevivência.

Mesmo considerando que são aplicados todos os cuidados na instalação e manutenção dos experimentos, a sobrevivência é mais uma fonte de variação que dificulta a análise de dados. OLIVEIRA et al. (1990) enfatizam que mesmo havendo falhas em torno de 20%, em teste de progênie de *Pinus*, se elas forem aleatoriamente distribuídas, não haveria necessidade de efetuar ajustes. RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA (2000) recomendam a realização de uma análise de variância para verificar se há diferenças significativas entre os tratamentos.

RESENDE (2002) ressalta que a questão da sobrevivência incompleta no experimento causa o desbalanceamento e a representação desbalanceada dos materiais genéticos em avaliação; tem efeito na produtividade por área e propicia o beneficiamento de determinadas plantas em função da ausência de competição no experimento.

No Brasil, em plantios comerciais de acácia-negra e sob condições normais, a sobrevivência encontrada na idade de corte está ao redor de 50 a 60% (TONIETTO; STEIN, 1997). MAESTRI (1992) elaborou as curvas de sobrevivência em função da

idade e da densidade de plantio. A queda acentuada da sobrevivência ocorre do terceiro para o sétimo ano. KLEIN et al. (1992) constataram que a sobrevivência é inversamente proporcional à redução do espaçamento.

Na Índia, CHAYANULU; BALAKBISHNAM (1980) concluíram que os diferentes percentuais de mortalidade das árvores de acácia-negra não apresentaram nenhuma correlação com os diferentes atributos dos solos.

CHAMBERS; BORRALHO; POTTS (1996) detectaram correlações genéticas, geralmente altas e positivas, entre crescimento e sobrevivência de *E. globulus*, indicando que genótipos superiores para crescimento também têm grande habilidade para sobreviver.

2.4.2.3 Caracteres avaliados

Tanto nos testes de procedências, como nos de progênies de acácia-negra, tradicionalmente, a ênfase, em todas as idades, é dada aos caracteres altura e DAP. Em sua maioria, são expressos em função da média aritmética das árvores existentes. Esse fato pode ser constatado nas tabelas apresentadas no item 2.2. A sobrevivência e gomose de cada tratamento são avaliadas e expressas em porcentagem. Em idades próximas à de corte, tem sido avaliada a quantidade de casca (NIXON, 1985) e o teor de tanino na casca das árvores (GAO; LI, 1991 e FANG et al., 1994) e, mais recentemente, variáveis relacionadas com a qualidade da celulose (DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE, 2000).

Observa-se também que não há uma padronização metodológica para a seleção das melhores procedências ou progênies. O conceito de índices econômicos foi utilizado para a seleção de procedências (GAO; LI, 1991) e para a seleção de árvores em plantios comerciais brasileiros.

2.4.2.4 Unidade de inferência

VENCOVSKY (1978) afirma que existem diferentes formas de inferir sobre as informações existentes nas parcelas. Quando o interesse é a produção por hectare, trabalha-se com o total da parcela. Nesse caso, é comum recorrer à correção para o estande original ou médio. Se há o desejo de conhecer a

representatividade de uma variável na parcela, calcula-se a média aritmética. Em determinadas situações, o interesse é a seleção de árvores dentro da parcela, com o intuito de propagar ou produzir sementes. Nessas condições, o valor atribuído a cada indivíduo assume maior importância. Nesse sentido, CLARKE, CLEGG; GALLOWAY (1997) destacam que a escolha do delineamento e o tamanho das parcelas são importantes para avaliações precisas.

Tradicionalmente, em experimentos com acácia-negra, as análises são efetuadas considerando-se as médias aritméticas do DAP e/ou altura (HIGA; RESENDE, 1994; DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE, 2000 e SHELBOURNE et al., 2000) e do volume individual das árvores existentes nas parcelas (BIRD et al., 1998). Esse tipo de análise é plausível desde que os percentuais de sobrevivência dos tratamentos sejam similares (sem diferenças estatísticas), ou seja, que ocorram aleatoriamente, não sendo um efeito intrínseco do tratamento (RAMALHO, FERREIRA; OLIVEIRA, 2000).

STEIN et al. (2001), analisando um teste de fontes de sementes de acácia-negra, concluíram que, para situações onde se deseja testar quatro ou cinco tratamentos e a expectativa de diferenças entre os mesmos seja pequena, é necessário utilizar um número maior de repetições do que o tradicionalmente utilizado na área florestal. Também salientam que em experimentos florestais onde o percentual de sobrevivência está em torno de 60% a 70%, a análise dos dados deve ser feita com o total da parcela e não somente com médias de parcelas.

Do ponto de vista operacional, as unidades de produção das plantações são toneladas de casca e metros cúbicos de madeira por hectare.

2.4.2.5 Avaliação precoce

A eficiência de programas de melhoramento genético deve ser medida pelo ganho genético por unidade de tempo e acurácia seletiva (RESENDE, 1995). Nesse mesmo sentido, RAYMOND (1997) enfatiza que é necessário conhecer a idade mínima que os caracteres de importância econômica podem ser avaliados com precisão.

Esse tema é de maior relevância para as espécies florestais com rotação variando entre 20 a 50 anos. ZOBEL; TALBERT (1984) afirmam que, para

caracteres ligados à produção de madeira em coníferas, a seleção pode ser realizada na metade da rotação. PALUDZYSZYN FILHO (2000) fez ampla abordagem sobre a utilização dessa metodologia para estudos de densidade básica em *Pinus taeda*, aos 16 meses e 7 anos de idade.

Na África do Sul, em estudos conduzidos com progênies e procedências de acácia-negra, NIXON (1974) e DUNLOP; HAGERDON (1998) observaram que os resultados de crescimento obtidos aos 5 anos de idade (metade da rotação) foram similares aos obtidos na idade de corte. Já FANG et al. (1994), analisando progênies dentro de procedências concluíram que a seleção poderia ser efetuada aos 3 anos de idade.

No caso específico do teor de tanino, o aumento do teor é diretamente proporcional à idade de avaliação. Após vários estudos, NIXON (1974) mencionou que a idade mínima para avaliação desse caráter é aos 5 anos.

Apesar de apresentar um ciclo curto, as avaliações precoces também são importantes para a acácia-negra. Em função do aumento da taxa de mortalidade da espécie no decorrer dos anos, as unidades experimentais estão sujeitas a maiores influências dos fatores ambientais, acarretando maiores dificuldades na obtenção de estimativas de valores genotípicos e genéticos mais acurados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos nesse trabalho, foram utilizados quatro experimentos de acácia-negra (dois testes de procedências e dois testes de progênies de polinização aberta) repetidos em dois municípios (Cristal e Piratini) do Rio Grande do Sul.

3.1 GERMOPLASMA

3.1.1 Procedências

Em 1986, o CSIRO planejou e coordenou a coleta de sementes de acácia-negra na Austrália (BOLAND; TURNBULL, 1989). Posteriormente, distribuiu os lotes de sementes (procedências) para instituições interessadas na espécie. No Brasil, a Embrapa Florestas recebeu o material e coordenou a implantação dos testes.

Embora existisse a metodologia de análise bioclimática (BOOTH; SEARLE; BOLAND, 1989) para selecionar procedências para experimentação, optou-se por testar as 61 procedências (Quadro 5) que representam a ampla distribuição da espécie na Austrália. Do ponto de vista geográfico, as procedências abrangem a variação latitudinal de 34 até 43 graus Sul e uma variação altitudinal de 2 até 1000 metros.

No que diz respeito ao número de árvores por lote, BOLAND (1985b) enfatiza que no mínimo 10 e, preferencialmente, de 25 a 50 árvores seriam necessárias para representar uma procedência. ELDRIDGE et al. (1993) comentam que se deve levar em conta os custos de coleta e a precisão das estimativas dos caracteres de cada população. Na prática, coleta-se de 10 a 15 árvores por procedência. Em situações que se conhece o potencial da procedência, coleta-se de 50 a 100 árvores.

No Quadro 5 constata-se uma variação de 3 a 58 árvores por lote. O pequeno número de árvores em algumas procedências pode ser explicado pela ausência de frutos na época de coleta ou danos (geadas ou fogo) no período de floração e frutificação.

QUADRO 5 NÚMERO DO LOTE E DE ÁRVORES QUE FORAM COLETADAS AS SEMENTES E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DAS PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA TESTADAS

Lotes	Árvores	Procedências	Estados	LATITUDE S		LONGITUDE E		Altitude
				Graus	Minutos	Graus	Minutos	
13807	...	Robertson	NSW	34	00	150	00	500
14394	9	14 Km Towards Candelo	NSW	36	45	149	40	80
14395	7	Lake George	NSW	35	15	149	20	700
14397	11	6 Km S of Bodalla	NSW	36	08	150	05	75
14398	8	4 Km N Batemans Bay	NSW	35	42	150	13	40
14416	3	Dargo	VIC	37	28	147	15	200
14725	12	NE of Bungedore	NSW	35	12	149	32	760
14769	12	Googong Reservoir	NSW	35	29	149	16	670
14770	6	Polacks Flat Creek	NSW	36	39	149	35	260
14771	9	South of Cooma	NSW	36	28	149	01	940
14922	7	NW of Braidwood	NSW	35	15	149	38	720
14923	13	South of Bombala	NSW	37	09	149	20	500
14924	3	Merimbula	NSW	36	55	149	54	20
14925	6	Blackhill Reserve	VIC	37	12	144	28	500
14926	9	Omeo Highway	VIC	37	10	147	45	300
14927	7	South Gippsland	VIC	38	00	147	00	100
14928	4	Cann R and Orbost	VIC	37	34	148	28	100
15013	12	Bet. Omeo & Tambo Creek	VIC	37	21	147	45	915
15326	18	George Town	TAS	41	07	146	52	60
15328	27	Avoca	TAS	41	49	147	35	220
15329	10	Aspley River Bridge	TAS	41	56	148	14	10
15331	23	Hobart airport	TAS	42	50	147	31	10
15850	20	7 Km SE of Araluen	NSW	35	42	149	51	160
15858	5	11 Km St. Leonards	TAS	41	31	147	19	370
15925	4	Red Bluff, E. of Sale	VIC	38	03	147	01	2
16246	7	10 Km S of Nowra	NSW	34	59	150	36	10
16247	5	7 Km N of Milton	NSW	35	15	150	26	60
16255	25	6 Km NW of Narooma	NSW	36	11	150	05	150
16257	10	13 Km N of Bega	NSW	36	34	149	50	15
16258	8	Towaba 18 Km W Eden	NSW	37	05	149	43	100
16261	11	27 Km SW of Narooma	NSW	36	17	149	50	60
16265	11	Orbost - Cann River	VIC	37	42	148	39	45
16266	10	8 Km N of Orbost	VIC	37	37	148	29	120
16268	12	Bombala - Dalgety	NSW	36	40	149	08	860
16374	3	18 Km NE Bungedore	NSW	35	09	149	35	780
16377	13	7,3 - 8,8 Km NNE Bemboka	NSW	36	35	149	35	307
16378	5	3-6Km SW Merimbula	NSW	36	55	149	54	30
16379	9	0,9 -2,5 Km SE Orbost	VIC	37	43	148	28	33
16380	11	10,5 Km E. Nowa Nowa	VIC	37	45	148	12	31
16381	10	9,5 Km N Tambo Cross	VIC	37	27	147	50	175
16621	58	Tuross R. SW. Bodalla	NSW	36	11	149	58	15
16625	10	6-7 Km of Nelligen	NSW	35	37	150	05	60
16973	7	East Lynne	NSW	35	36	149	35	300
17233	11	Studley Park	VIC	37	48	145	01	20
17234	9	Watsonia	VIC	37	42	145	15	60
17235	10	Dandenong Creek	VIC	37	53	145	14	40
17236	11	Minhamite-S Hamilton	VIC	37	57	141	51	80
17926	25	Casterton	VIC	37	37	141	21	140
17927	30	Tantanloola	SA	37	41	140	28	30
17928	50	Tarpeena	SA	37	36	140	58	70
17929	7	Dartmore	VIC	37	55	141	19	40
17930	15	East Lorne	VIC	38	28	144	02	70
17932	5	Baimsdale	VIC	37	54	147	28	40
17933	15	Wattle Circle	VIC	37	27	147	50	200
17934	7	Wonboyn Lake	NSW	37	17	149	54	30
17935	5	Eden	NSW	37	10	149	52	60
17936	7	Merimbula	NSW	36	54	149	53	10
17937	50	Cooma	NSW	36	14	149	05	1000
17938	20	Mt. Rix	NSW	36	45	148	58	930
17949	5	Brogo River	NSW	36	28	149	35	400

Nota ... dados não disponíveis

Em função da coleta realizada em 1984, a Embrapa Florestas já possuía sementes de 9 dessas procedências, as quais receberam identificações diferenciadas (acrescentado os números 1 e 2 no final de cada número de procedência). Adicionalmente, foram testadas duas procedências da África do Sul (códigos 15087 e 15088, ambas de Natal). A testemunha brasileira (código 888) foi representada pelas mudas de sementes oriundas da APS Camboatá, localizada em Piratini. Na época foi considerada como a melhor fonte de sementes brasileira, pois era oriunda de duas seleções fenotípicas. Ao todo foram testados 72 tratamentos (63 diferentes procedências) em Piratini e 62 tratamentos (60 diferentes procedências) em Cristal.

3.1.2 Progênes

Diferentemente da situação anterior, para os testes de progênes as sementes, oriundas de polinização aberta, foram coletadas em árvores selecionadas dentro do Pomar de Sementes por Mudas (descrito no item 2.2.5.2). Para controle da genealogia da árvore, manteve-se a informação da progenitora, o número do bloco do teste e a posição da árvore dentro da parcela onde a árvore foi selecionada no primeiro teste de progênes (Quadro 6). Por exemplo, as árvores 3613, 3625 e 3647 (selecionadas em 1991) são aparentadas entre si (meios-irmãos), pois são provenientes da progenitora 36, inicialmente selecionada em 1984.

Em Cristal foram testadas 36 progênes provenientes de 25 diferentes progenitoras, enquanto que em Piratini foram avaliadas 74 progênes oriundas de 27 diferentes progenitoras. Nesse teste não foi plantada nenhuma testemunha.

3.2 LOCAIS

A acácia-negra está adaptada a uma ampla variação de condições ambientais (BOOTH; JOVANOVIC, 1988). No Brasil, atualmente, a espécie vem sendo plantada em latitudes próximas a 30 graus, altitudes não superiores a 1000 metros e precipitações anuais em torno de 1400 milímetros. Na África do Sul também está sendo plantada em latitudes próximas a 30 graus, porém sempre em altitudes acima de 400 metros, com temperatura média acima de 16 °C e

precipitação anual variando entre de 850 a 1200 milímetros (SCHONAU; SCHULZE, 1984). Na China a espécie foi testada em latitudes próximas a 25 graus e altitudes em torno de 100 metros e precipitação média de 1500 milímetros (GAO; LI; WILLIAMS, 1991).

QUADRO 6 - NÚMERO DAS ÁRVORES GENITORAS DE ACÁCIA-NEGRA E SUA RESPECTIVA LOCALIZAÇÃO NO PRIMEIRO POMAR DE SEMENTES

Genitora	Progenitora	Bloco	Árvore	Genitora	Progenitora	Bloco	Árvore
3613	36	1	3	82012	820	1	2
3625	36	2	5	82015	820	1	5
3647	36	4	7	82048	820	4	8
7218	72	1	8	82611	826	1	1
7245	72	4	5	82642	826	4	2
10215	102	1	5	82645	826	4	5
10245	102	4	5	85012	850	1	2
10247	102	4	7	85047	850	4	7
23141	231	4	1	85212	852	1	2
23147	231	4	7	85213	852	1	3
28012	280	1	2	85216	852	1	6
28018	280	1	8	85258	852	5	8
38213	382	1	3	85713	857	1	3
38247	382	4	7	85716	857	1	6
38258	382	5	8	85745	857	4	5
40312	403	1	2	86411	864	1	1
40343	403	4	3	86417	864	1	7
40348	403	4	8	86447	864	4	7
40516	405	1	6	87812	878	1	2
40545	405	4	5	87841	878	4	1
40548	405	4	8	87847	878	4	7
43341	433	4	1	95512	955	1	2
43342	433	4	2	95516	955	1	6
43344	433	4	4	95545	955	4	5
44514	445	1	4	97545	975	4	5
44516	445	1	6	97558	975	5	8
44542	445	4	2	97612	976	1	2
49212	492	1	2	97645	976	4	5
49241	492	4	1	97646	976	4	6
49247	492	4	7	98612	986	1	2
50711	507	1	1	98646	986	4	6
50748	507	4	8	100917	1009	1	7
51813	518	1	3	100944	1009	4	4
51814	518	1	4	100958	1009	5	8
51858	518	5	8	104517	1045	1	7
78211	782	1	1	104542	1045	4	2
78243	782	4	3	104546	1045	4	6

BOOTH; JONES (1998) consideram que seis fatores climáticos são importantes para a seleção de espécies para plantio em um determinado local.

Utilizando os dados de precipitação média anual, periodicidade das chuvas, período de meses secos, médias das temperaturas máximas no mês mais quente, médias das temperaturas mínimas no mês mais frio e temperatura média anual, foi possível identificar quais seriam as áreas potenciais para plantio de acácia-negra no Brasil. Dentro dessa mesma linha de pensamento, BOOTH; SEARLE; BOLAND (1989), utilizaram 18 fatores bioclimáticos para agrupar os 315 locais existentes dentro da distribuição natural da acácia-negra. Identificaram 12 grupos climáticos distintos.

No caso da experimentação em questão, a escolha dos locais de plantio foi feita em função de sua importância econômica e silvicultural, além do interesse de se ter sementes melhoradas para plantios futuros nesses locais. Sendo assim, os testes foram plantados nas fazendas Ouro Verde e Serraria, respectivamente, áreas representativas dos municípios de Cristal e Piratini (Quadro 7 e Figura 9). Para facilidade de localização, os dois locais serão chamados pelos nomes dos municípios.

QUADRO 7 - REFERENCIAIS GEOGRÁFICOS DOS LOCAIS ONDE FORAM INSTALADOS OS TESTES GENÉTICOS

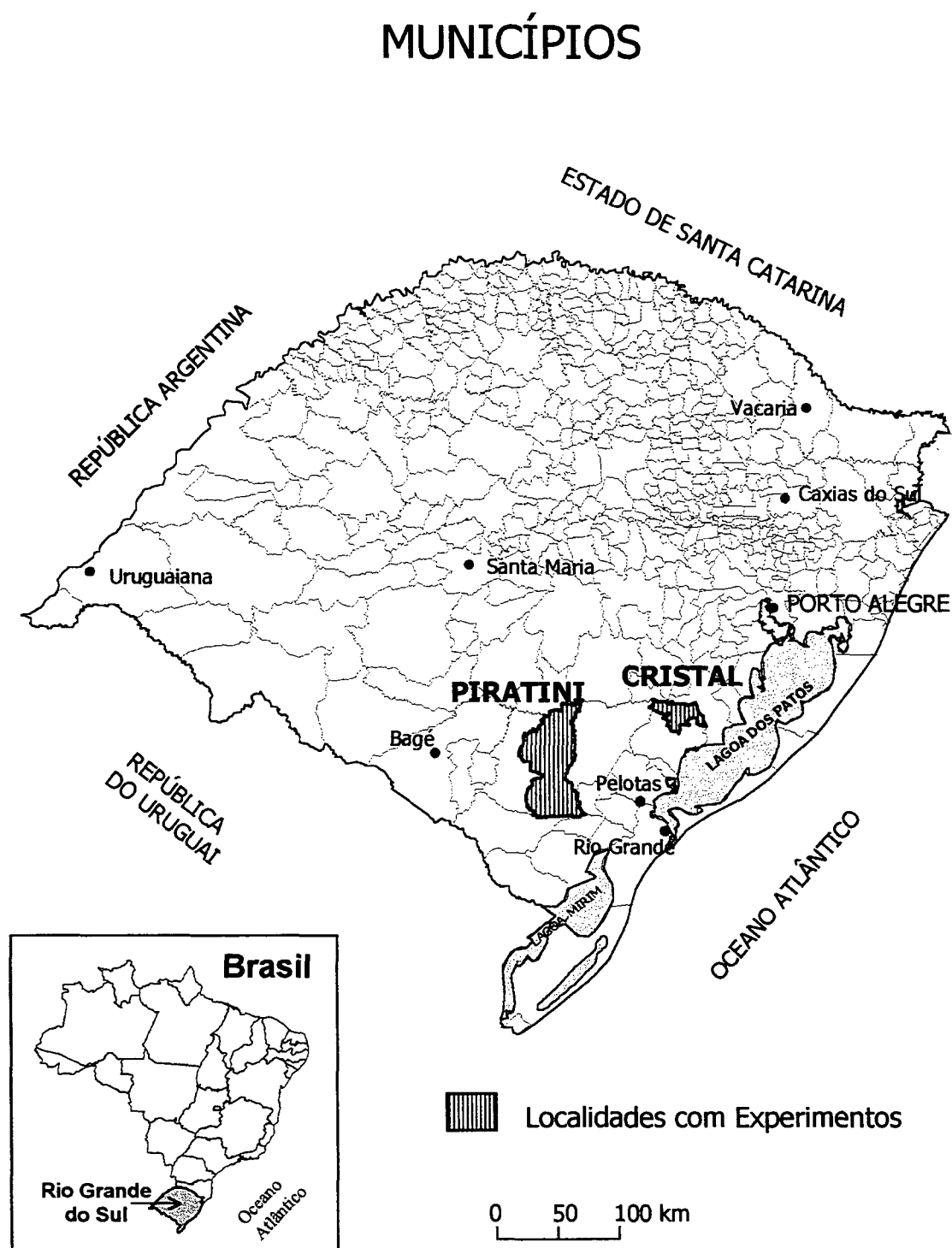
LOCAIS	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)
Cristal	31° 07'	52° 03'	125
Piratini	31° 15'	53° 13'	350

FONTE: O autor

Segundo informações extraídas do Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul, os dois municípios estão situados em duas regiões agroclimáticas distintas (Quadro 8 e Figura 10). Piratini está situada na região 11, denominada Serra do Sudeste, enquanto que, Cristal está na região 12, das Grandes Lagoas.

Apesar da proximidade geográfica dos locais (cerca de 100 quilômetros em linha reta) onde os experimentos foram instalados, as simples observações visuais de campo (solos, relevo e vegetação) indicam que os mesmos diferem entre si. Essas expectativas são confirmadas, principalmente, com relação às temperaturas média e mínima absoluta e a precipitação média estimada para cada região.

FIGURA 9 - LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE CRISTAL E PIRATINI NO RIO GRANDE DO SUL



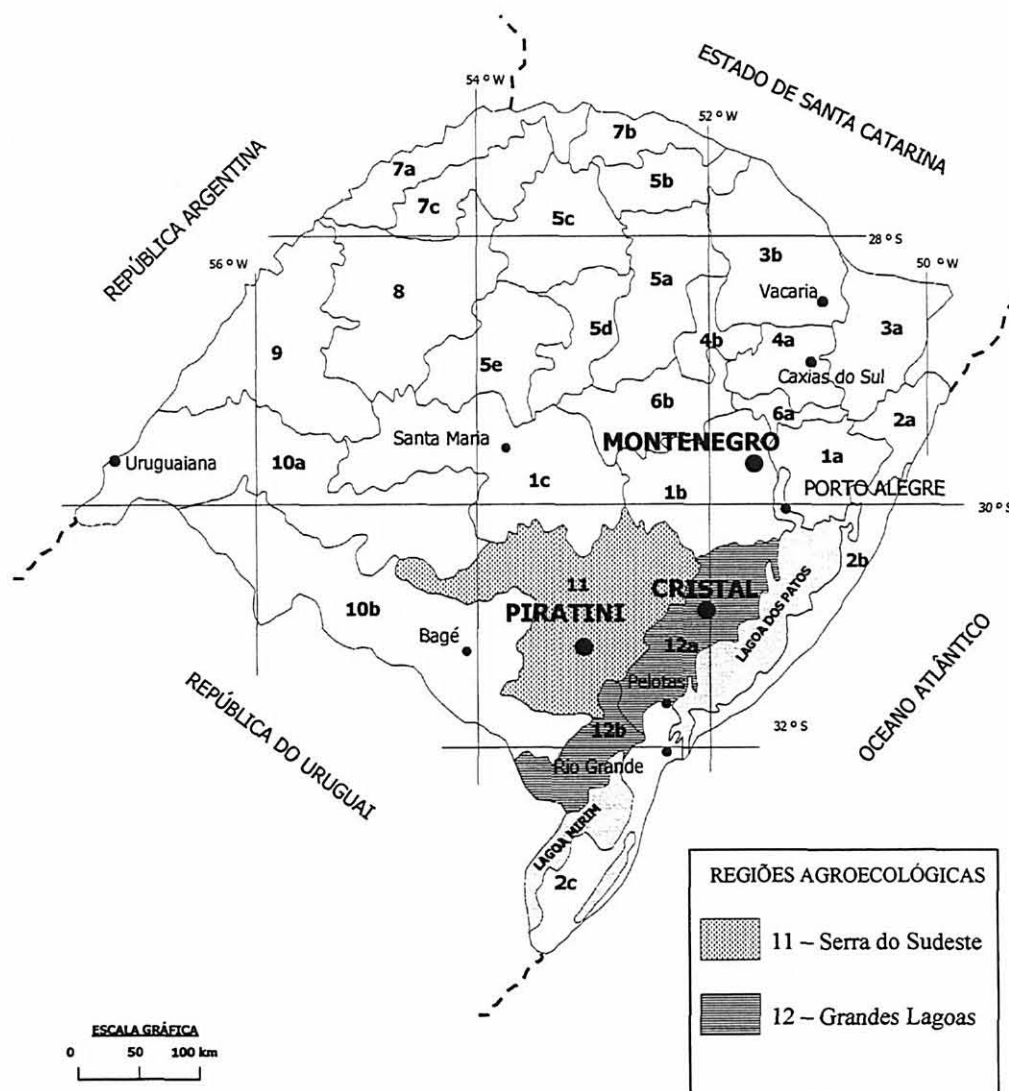
FONTE: RIO GRANDE DO SUL (1994)

QUADRO 8 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DAS REGIÕES AGROCLIMÁTICAS SERRA DO SUDESTE E GRANDES LAGOAS NO RIO GRANDE DO SUL

VARIÁVEIS	SERRA DO SUDESTE	GRANDES LAGOAS
Temperatura (°C)		
• Média	16,2 a 16,8	17,2 a 18,8
• Mínima absoluta	-3,0 a -4,5	-2,2 a -5,0
Geadas por ano	18	24,2
Precipitação anual (mm)	1426 a 1588	1213 a 1405
Dias de chuva por ano	104 a 120	94 a 99
Umidade Relativa %	76 a 80	77 a 83
Deficiência hídrica (mm)	1 a 9	7 a 23
Cobertura vegetal	- Floresta Estacional semidecidual - Savana - Arbórea Aberta com Floresta de Galeria - Estepe	- Floresta Estacional semidecidual - Savana - Gramíneo Lenhosa - Áreas de Formações Pioneiras com influência Fluvio-marinha

FONTE: adaptado de RIO GRANDE DO SUL (1994)

FIGURA 10 - REGIÕES AGROCLIMÁTICAS DO RIO GRANDE DO SUL ONDE ESTÃO SITUADOS OS MUNICÍPIOS DE CRISTAL E PIRATINI, RS



FONTE: RIO GRANDE DO SUL (1994)

3.3 EXPERIMENTOS

3.3.1 Delineamento Experimental

O delineamento utilizado nos dois testes foi o de blocos ao acaso. Cada tratamento (procedência ou progênie) foi representado por seis plantas, dispostas em parcelas lineares, repetidas 10 vezes.

Em função do número de tratamentos, ondulação do relevo e dimensão dos experimentos, os blocos foram instalados em grupos de três ou quatro e não de forma contígua. Em cada grupo de blocos utilizou-se bordadura dupla.

Outro aspecto importante a ser considerado é que, em função da falta de mudas, alguns tratamentos não foram plantados em todos os blocos. Sendo assim, desde seu início, todos experimentos apresentaram desbalanceamento em relação ao número de repetições plantadas.

3.3.2 Instalação e Condução

A escolha da área para plantio foi efetuada levando-se em consideração a homogeneidade do solo e a representatividade da mesma para que as extrapolações pudessem ser efetuadas com sucesso. Na área escolhida no município de Cristal, já tinham sido plantadas três rotações de acácia-negra, enquanto que, em Piratini a área era de vegetação nativa.

As mudas foram produzidas no viveiro pertencente a Tanagro, em Triunfo. Utilizou-se a mesma metodologia empregada na produção de mudas comercial, ou seja, semeadura direta em recipientes laminados.

O preparo de solo foi semelhante nos dois locais, consistindo em subsolagem na linha de plantio. O espaçamento adotado foi o de 3,0 x 1,5 metros e a adubação (80 gramas por planta de adubo - NPK 5:30:15) foi na cova de plantio. Os experimentos foram plantados em outubro de 1994. As mudas replantadas foram devidamente identificadas.

Quanto aos tratos culturais, no primeiro ano foram efetuadas duas capinas ("coroamento") manuais na linha e uma capina mecânica (regionalmente denominada "encostelamento"). O combate à formiga foi efetuado anualmente com o

mipis (micro porta-iscas). Quando observada a presença de galhos cortados pelo cascudo serrador, os mesmos foram queimados.

No início de 1998 e após a medição das árvores no terceiro ano de idade, decidiu-se efetuar o desbaste seletivo em cinco repetições dos testes de procedências e em seis nos testes de progênies, deixando-se uma árvore por parcela. O objetivo dessa ação foi o de favorecer o desenvolvimento das copas das árvores e facilitar a futura coleta de sementes.

3.3.3 Caracteres Mensurados

Até o terceiro ano foram medidas todas as árvores existentes nos 10 blocos. A partir do quarto ano, somente foram medidas as árvores dos blocos não desbastados.

Anualmente, desde o primeiro até o sexto ano, foram realizadas as medições de altura das árvores. No primeiro e segundo ano, utilizando-se régua graduada em 10 cm, mediu-se a altura de todas as árvores. A partir do terceiro ano, somente a altura das árvores de um único bloco por experimento foram medidas. Utilizou-se o hipsômetro “Blume-Leiss”, graduado em pés. As alturas das árvores existentes nos demais blocos foram estimadas por relações hipsométricas ajustadas para cada experimento conforme procedimentos recomendados por HOSOKAWA; FIGUEIREDO FILHO (1990).

Somente a partir do segundo ano é que o DAP foi mensurado, com suta graduada em 0,5 cm. A partir do terceiro ano, foram mensuradas apenas as árvores que apresentavam DAP igual ou maior que 4 cm (aproveitamento comercial). Esse critério foi adotado em função de observações de campo, pois quando as árvores dominadas eram medidas, observava-se que os seus valores contribuíam para reduzir a média e as mesmas não eram utilizadas comercialmente. Sendo assim, a sobrevivência é maior ou igual ao número de árvores utilizáveis comercialmente.

Em função de observações de campo e de avaliações efetuadas, decidiu-se não considerar as medições das árvores replantadas após um mês. Isso se deve ao fato de que as mesmas, em sua maioria, ficaram dominadas ou morreram no decorrer das medições. As árvores quebradas pelo vento ou caídas também não foram consideradas como utilizáveis.

As incidências (presença ou ausência) de sintomas de gomose e mancha nas árvores (Figura 11) foram avaliadas em todas as medições. Além da natureza esporádica da doença, da severidade da doença não ser constante ao longo do tempo (RAYMOND, 1997), da dificuldade de avaliação da gomose (NIXON, 1969), constatou-se que a proporcionalidade de árvores com incidência não é representativa de uma parcela, pois a mesma é feita em função do número de árvores vivas. Deste modo, optou-se pela quantificação da gomose no experimento. Admitiu-se que a mancha e a gomose são fatores que contribuem para a mortalidade das árvores na parcela, reduzindo o número de árvores utilizáveis por área.

FIGURA 11 - ÁRVORES DE ACÁCIA-NEGRA COM INCIDÊNCIA DE MANCHAS E GOMOSE



Foto: A. R. Higa, 2000

Em função do porte e maior número de árvores existentes no teste de progênie em Piratini, decidiu-se avaliar os caracteres densidade básica da madeira e teor de tanino das árvores. Aos cinco anos de idade, foram cortadas e avaliadas 522 árvores, pertencentes a 68 progênies. Em seis blocos desbastados, amostrou-se, em média, duas árvores por parcela. Mediu-se o DAP e efetuou-se a derrubada das mesmas, segmentando-as na base, no DAP, a 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial e retirando-se discos em cada uma dessas posições. Em cada árvore foram retiradas duas placas de cascas (com aproximadamente 10 x 20 cm), situadas na região do DAP, e acondicionadas em sacos plásticos. Ambos os materiais foram encaminhados para análise no laboratório da Tanac.

O teor de tanino foi obtido pelo método NIRS (espectrofotômetro com comprimento de onda próximo ao infravermelho). Os valores obtidos foram padronizados a 12% de umidade. Admitiu-se que o valor obtido representava o teor médio da árvore, muito embora, CAMILLO et al. (1998) tenham estimado que o mesmo está a 40% da altura total da árvore.

A densidade básica para cada posição foi calculada utilizando-se a metodologia da balança hidrostática (FOELKEL; BRASIL; BARRICHELO, 1971). A densidade básica média da árvore foi obtida através da média aritmética dos valores obtidos nas diferentes posições.

Nos dois testes de procedências, aos 5,5 anos de idade, selecionou-se as 20 procedências que apresentavam maior crescimento volumétrico por parcela. Avaliou-se a forma do tronco, a espessura dos galhos presentes e o teor de tanino na casca das árvores em 5 blocos.

Tradicionalmente, a forma das árvores é avaliada atribuindo-se notas a diferentes classes estabelecidas (BORSATO; HIGA; MORA, 1999). No caso específico da acácia-negra, após testes de campo, optou-se por uma avaliação mais simples. No levantamento efetuado atribuiu-se nota zero para árvores que não apresentavam utilização comercial e nota um para aquelas que, mesmo apresentando alguma tortuosidade no tronco, pudessem ser cortadas e seus toretes encaminhados para uso comercial.

Levando-se em consideração a facilidade de retirada da casca e conseqüente melhoria de rendimentos operacionais no ato do corte das árvores, efetuou-se a avaliação da espessura dos galhos presentes nas árvores até a altura

de dois metros acima do solo. Quando os galhos presentes eram grossos, atribuiu-se nota zero e quando eram finos e facilmente retirados ou ausentes, receberam nota um.

Para o teor de tanino da árvore, o procedimento foi similar ao mencionado na amostragem do teste de progênie.

3.3.4 Caracteres Estimados

Alguns caracteres das árvores foram estimados partindo-se de caracteres mensurados em campo (altura e DAP) ou em laboratório (teor de tanino e densidade básica da madeira). A seguir são apresentadas as metodologias como esses caracteres foram estimados.

3.3.4.1 Volume da árvore

Os caracteres altura e DAP foram utilizados para estimar o volume de madeira por meio da equação preconizada por SILVA; SCHNEIDER (1979) ajustada para várias idades e plantios do Rio Grande do Sul. A altura (H) foi computada em metros, o DAP em centímetros e o resultado em logaritmo do volume (Log V) de cada árvore, expresso em metros cúbicos com casca (m³cc). A equação é dada por:

$$\text{Log V} = -4,200151008 + 0,949274200 * \text{Log (DAP}^2 * \text{H)} \quad (1)$$

3.3.4.2 Quilos de tanino por árvore

Tanto nos trabalhos conduzidos no Brasil (RESENDE et al., 1991), como na África do Sul (NIXON, 1974, DUNLOP, 1994 e DUNLOP; GOODRICKE; CLARKE 2000) há a tendência de analisarem o teor de tanino na casca. Os chineses (GAO; LI, 1991 e LI et al. 1994) avaliaram a produção de tanino por árvore, associando a produção de casca da árvore e o teor de tanino da mesma. Ciente de que o interesse comercial com a espécie está na produção de tanino por unidade de área, decidiu-se avaliar a produção de tanino por árvore.

No teste de progênie de Piratini, com os dados de DAP medidos e com as alturas (H) estimadas pela relação hipsométrica, ajustada ao experimento:

$$H = 10^{(1,30491 - 2,01516 / \text{DAP})} \quad (2)$$

estimou-se o peso de casca (PC) da árvore, aos cinco anos de idade, por meio da equação proposta por SCHNEIDER (1978):

$$\text{PC} = 1,62702 + 0,00629 * (\text{DAP}^2 * H) + 0,0000007 * (\text{DAP}^2 * H^2) \quad (3)$$

O caráter quilo de tanino por árvore foi obtido através da multiplicação do peso de casca da árvore e o respectivo teor de tanino.

3.3.4.3 Peso da árvore sem casca (PASC)

Com os mesmos dados de altura e DAP relatados no item anterior, estimou-se o volume da árvore sem casca (VSC), por meio da equação proposta por SCHNEIDER; HOSOKAWA (1979):

$$\text{Log VSC} = 4,296542110 + 0,956227601 * \text{Log} (\text{DAP}^2 * H) \quad (4)$$

O peso seco de cada árvore foi obtido multiplicando-se o valor médio da densidade básica da madeira da árvore pelo respectivo volume sem casca.

3.3.4.4 Árvores utilizáveis ou úteis na parcela

Razão (expressa em porcentagem) entre o número de árvores mensuradas e as plantadas em uma parcela. No primeiro e segundo anos, os valores encontrados equivaleram a estimativa da sobrevivência por parcela.

3.3.4.5 Média da altura e DAP da parcelas

É a média aritmética dos valores de altura e DAP das árvores utilizáveis da

parcela.

3.3.4.6 Média da altura e DAP do experimento

É a média aritmética das árvores utilizáveis do experimento, independente do tratamento a que pertence. Associado a essa média, calculou-se o respectivo coeficiente de variação.

3.3.4.7 Área basal e volume de madeira por hectare do experimento

A área basal e o volume de madeira por hectare foram obtidos através da soma de todas as árvores utilizáveis e a extrapolação para hectare foi feita por regra de três, considerando a área útil dos blocos medidos nos experimentos.

3.3.5 Correção dos Valores de DAP

VENCOVSKY; BARRIGA (1992) afirmam que a ocorrência de falhas requer alguma forma de correção dos dados para que as análises biométricas, os testes de hipóteses e as comparações das médias dos tratamentos sejam mais confiáveis. Os autores apresentam várias alternativas para a correção dos totais de parcelas.

RESENDE (2001) propõe o modelo para corrigir previamente os valores fenotípicos observados, via análise de covariância, considerando o número de plantas vizinhas (no máximo 8) como covariável. O ajuste dos valores fenotípicos é dado pela equação:

$$Y_{ijc} = Y_{ij} - [b * (X_{ij} - 8)] \quad (5)$$

onde:

Y_{ijc} = dado corrigido

Y_{ij} = dado observado

b = estimativa do coeficiente de regressão residual entre o número de plantas vizinhas (x) e os dados do caráter avaliado (y)

X_{ij} = número de plantas vizinhas a cada planta

A estimativa de b foi obtida através da fórmula:

$$b = \frac{COV_{e(x,y)}}{\sigma_{e(x)}^2} \quad (6)$$

sendo ambos parâmetros obtidos na análise bivariada (DAP e número de plantas vizinhas a cada planta) no contexto de modelos mistos. Essa metodologia foi utilizada nos dados do teste de progênie instalado em Cristal.

3.3.6 Escolha do Caráter Representativo de uma Procedência

Nos testes de procedências o maior interesse recai sobre o potencial de produção de cada procedência. Simultaneamente, deseja-se selecionar aquelas que possuam as maiores médias de DAPs, alturas e, conseqüentemente, maiores volumes. Esse procedimento é aceito para espécies que apresentam alta sobrevivência.

Ciente de que a sobrevivência diferenciada por parcela é um dos fatores que dificultam a análise e interpretação de testes com acácia-negra, procurou-se confrontar os valores obtidos através de diferentes procedimentos. Utilizou-se os dados de DAP do teste de procedência instalado em Piratini e as formas de estimar o valor de uma parcela foram:

- a) Média das árvores existentes: média aritmética dos valores do DAP das árvores medidas na parcela. É o método tradicional de cálculo.
- b) Média das árvores plantadas: média aritmética dos valores do DAP das árvores medidas e também das árvores ausentes na parcela. Essas últimas recebem valor igual a zero e a média aritmética é efetuada levando-se em consideração o número de árvores plantadas inicialmente na parcela.
- c) Total do DAP das árvores existentes: soma-se os valores de DAP de todas as árvores medidas na parcela.
- d) Total da área transversal das árvores existentes: soma-se os valores de área transversal de todas as árvores medidas na parcela.
- e) Total do volume das árvores existentes: soma-se os valores de volume de todas as árvores medidas na parcela.

Também foi testada a metodologia proposta por RESENDE (1999a) para situações onde a sobrevivência está ao redor de 80% ou menos. Ele recomenda que a análise seja feita com a multiplicação dos valores genotípicos do DAP e da sobrevivência.

3.3.7 Seleção das Procedências

Para a seleção das procedências australianas adotou-se dois critérios. Um deles foi a intensidade de seleção igual a 10%, ou seja, a seleção de 6 procedências que apresentaram maiores valores genotípicos em cada um dos locais. O outro foi a seleção das procedências que apresentaram desempenho relativo (BURDON, 1998) superior a 80%. Em função do tamanho e formato das parcelas efetuou-se os cálculos nas idades de três anos (antes que a competição fosse acentuada) e aos seis anos (possível idade de corte). Para efeito de comparação utilizou-se o valor genotípico da testemunha APS Camboatá.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.4.1 Testes de Procedências

Para a escolha do valor representativo de uma procedência, os valores genotípicos de cada caráter avaliado foram preditos pelo método BLUP (melhor predição linear não viciada) através da metodologia de modelos mistos. O modelo utilizado foi:

$$Y = Xb + Zg + Wc + e, \text{ em que:} \quad (7)$$

Y: vetor de observações fenotípicas para um caráter;

b: vetor de efeitos fixos (média geral e efeitos de blocos);

g: vetor de valores genotípicos;

c: vetor de efeitos de parcelas;

e: vetor dos efeitos de erros de natureza aleatória;

X: matriz de incidência para os efeitos fixos;

Z: matriz de incidência para os efeitos genotípicos;

W: matriz de incidência para os efeitos de parcelas.

As equações do modelo misto para estimar os efeitos fixos e prever os efeitos aleatórios são dadas por:

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{g} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + I\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \end{bmatrix} \quad (8)$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} \quad \lambda_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2}$$

O arquivo de dados para ser processado no programa DFREML (MEYER, 1997), análise univariada (DFUNI), foi estruturado da seguinte forma:

Procedência Genitor Genitora Bloco Parcelas Vetor de dados

Por outro lado, o modelo estatístico utilizado para representar cada observação nos testes de procedências foi:

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + b_j + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} : observação relativa à árvore k , na procedência i , no bloco j ;

μ : média geral, fixa, cujas esperanças são $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$;

p_i : efeito da procedência i , aleatório $E(p_i) = 0$ e $E(p_i^2) = \sigma_p^2$;

b_j : efeito do bloco j , aleatório $E(b_j) = 0$ e $E(b_j^2) = \sigma_b^2$;

e_{ij} : efeito do erro experimental associado a parcela ij , aleatório;

$E(e_{ij}) = 0$ e $E(e_{ij}^2) = \sigma_e^2$;

A estrutura do modelo da análise estatística (ANOVA), considerando-se médias das parcelas e as esperanças matemáticas dos quadrados médios, é

apresentada no Quadro 9.

QUADRO 9 - ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA CADA TESTE E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS CONSIDERANDO A MÉDIA DAS PARCELAS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	(QM)	E(QM)	TESTE F
Blocos (b)	J - 1	Q ₁	$\sigma_e^2 + I \sigma_b^2$	Q ₁ / Q ₃
Procedências (p)	I - 1	Q ₂	$\sigma_e^2 + J \sigma_p^2$	Q ₂ / Q ₃
Erro (b x p)	(J-1) (I-1)	Q ₃	σ_e^2	
Total	IJ-1			

NOTA: σ_p^2 - variância genética entre procedências.

σ_e^2 - variância do erro experimental entre parcelas.

σ_b^2 - variância do bloco.

J, I - média harmônica do número de blocos e procedências, respectivamente.

i = 1, 2, ..., I

j = 1, 2, ..., J

Em função do desbalanceamento do número de repetições, as análises foram efetuadas com o software SAEG utilizando-se a metodologia dos quadrados mínimos generalizados.

Tradicionalmente, nos testes de procedências efetua-se a análise de variância dos caracteres altura, DAP e sobrevivência das procedências e, posteriormente, efetua-se a comparação das médias, utilizando-se um teste específico para tal. Esse procedimento foi utilizado nas pesquisas conduzidas com acácia-negra por GAO; LI (1991), GAO; LI; WILLIAMS (1991), HAGERDON; DUNLOP (1998).

Segundo KUNG (1979), desde que o teste envolva um grande número de procedências, a média fenotípica de cada procedência deve ser ajustada por um fator de redução, obtendo-se então o seu valor genotípico. Pode ser expresso pela equação $Z = \bar{Y} + C (Y - \bar{Y})$, onde \bar{Y} é igual a média de todas as procedências, Y é igual a média da procedência e C é igual ao fator de correção. Segundo esse mesmo autor, existem várias alternativas de se estimar o fator de redução. Quando se tem um grande número de dados, o fator indicado é $C = 1 - (1/F)$, onde F é o valor obtido na análise de variância para a fonte de variação tratamentos (procedências). RESENDE (2002) recomenda essa correção da média para inferências práticas na área da pesquisa agropecuária e florestal. GRAUDAL (1995)

utilizou essa metodologia para testes de espécies de acácias e REN et al. (1994) em teste de procedência de acácia-negra.

A classificação das médias das procedências em cada uma das idades foi feita através da metodologia denominada Desempenho Relativo (discutida por BURDON, 1998). Desta forma a classificação varia de 0 a 100. A fórmula utilizada para o cálculo do desempenho relativo (DR) foi:

$$DR = \frac{X - X_{menor}}{X_{maior} - X_{menor}} \times 100 \quad (9)$$

onde:

X é a média da procedência avaliada

X_{menor} é a procedência de pior desempenho

X_{maior} é a procedência de melhor desempenho

RESENDE (2002) cita a existência de vários testes de comparações múltiplas. Ressalta que os testes t, Duncan e Tukey não são os mais recomendados e só devem ser usados com ressalvas. Assim, recomenda o teste Newman-Keuls, o qual foi usado para comparar as duas médias de uma mesma procedência (códigos 1 e 2).

Já o modelo estatístico usado para representar cada observação na análise conjunta dos testes de procedências foi:

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + l_j + (pl)_{ij} + b_{k(j)} + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} : observação relativa à árvore k , na procedência i , no bloco j ;

μ : média geral, fixa, cujas esperanças são $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$;

p_i : efeito da procedência i , aleatório $E(p_i) = 0$ e $E(p_i^2) = \sigma_p^2$;

l_j : efeito do local j , fixo $E(l_j) = b_j$ e $E(l_j^2) = V_l$;

$b_{k(j)}$: efeito do bloco k , aleatório $E(b_k) = 0$ e $E(b_k^2) = \sigma_b^2$;

e_{ij} : efeito do erro experimental associado a parcela ij , aleatório;

$E(e_{ij}) = 0$ e $E(e_{ij}^2) = \sigma_e^2$

A estrutura do modelo da análise estatística conjunta considerando-se médias das parcelas e com as esperanças matemáticas dos quadrados médios, é apresentada no Quadro 10.

QUADRO 10 - ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS CONSIDERANDO O TOTAL DE PARCELAS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QM	E(QM)	TESTE F
Blocos / Locais (b/l)	B(L -1)	Q ₁	$\sigma_e^2 + p\sigma_b^2$	Q ₁ / Q ₅
Locais (l)	L -1	Q ₂	$\sigma_e^2 + p\sigma_b^2 + b l / l-1 \sigma_{gl}^2 + bg VI$	Q_2+Q_5 / Q_1+Q_4
Procedências (p)	P -1	Q ₃	$\sigma_e^2 + bl \sigma_p^2$	Q ₃ / Q ₅
Procedências x Locais (p x l)	(P-1) (L-1)	Q ₄	$\sigma_e^2 + bl / l-1 \sigma_p^2$	Q ₄ / Q ₅
Erro médio		Q ₅	σ_e^2	

NOTA: σ_e^2 - erro experimental médio.

σ_{gl}^2 - variância da interação genótipo e locais.

σ_p^2 - variância entre procedências.

σ_b^2 - variância entre blocos.

VI - variância do efeito fixo local.

b - média harmônica do número de blocos

p - número de procedências

l - número de locais

RESENDE; ROSA-PEREZ (1999) demonstram que o estimador da correlação genética média entre ambientes (r_{gg}) pode ser obtido pela estatísticas F (dos genótipos) e F* (da interação genótipos por locais), conforme fórmula:

$$r_{gg} = \frac{(F-1)}{(F-1) + (l - \frac{l}{F^*})} \quad (10)$$

onde l é o número de locais

3.4.2. Teste de Progênes

3.4.2.1 Análise de variância

O modelo estatístico usado para representar cada observação do teste de

progênie foi:

$$Y_{ijk} = \mu + f_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} : observação ou medição relativo à árvore k , na progênie i , no bloco j ;

μ : média geral, fixa, cujas esperanças são $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$;

f_i : efeito da progênie ou família de polinização aberta i , aleatório $E(p_i) = 0$ e $E(p_i^2) = \sigma_p^2$;

b_j : efeito do bloco j , fixo $E(b_j) = b_j$ e $E(b_j^2) = V_b$;

e_{ij} : efeito do erro experimental associado a parcela ij , aleatório; $E(e_{ij}) = 0$ e $E(e_{ij}^2) = \sigma_e^2$;

d_{ijk} : efeito do indivíduo k , dentro da parcela ij , aleatório $E(d_{ijk}) = 0$ e $E(d_{ijk}^2) = \sigma_d^2$.

A estrutura do modelo da análise estatística (ANOVA), considerando-se plantas individuais e com as esperanças matemáticas dos quadrados médios, é apresentada no Quadro 11.

QUADRO 11 - ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA E ESPERANÇAS MATEMÁTICAS DOS QUADRADOS MÉDIOS, CONSIDERANDO-SE O INDIVÍDUO

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	(QM)	E(QM)	TESTE F
Blocos (b)	J-1	Q_1	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2 + I V_b$	Q_1 / Q_3
Progênies (f)	I-1	Q_2	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2 + J \sigma_p^2$	Q_2 / Q_3
Erro (b x f)	(J-1) (I-1)	Q_3	$\sigma_d^2/k + \sigma_e^2$	
Total	IJK-1			

NOTA: σ_p^2 - variância genética entre progênies de meios-irmãos.

σ_e^2 - variância do erro experimental entre parcelas.

σ_d^2 - variância entre árvores dentro da parcela.

V_b - função quadrática dos efeitos de blocos.

J, I - média harmônica do número de blocos e progênies respectivamente.

K - número de árvores por parcela (média harmônica).

i = 1, 2, ..., I; j = 1, 2, ..., J; k = 1, 2, ..., K.

A análise da variância foi efetuada utilizando-se o software Selegen (RESENDE et al., 1994), pela metodologia dos quadrados mínimos.

As estimativas dos componentes da variância da população foram obtidas de acordo com a metodologia de VENCOSKY (1978). Os parâmetros variância genética aditiva (σ_a^2) e variância fenotípica (σ_F^2), considerando *A. meamsii* como espécie alógama e de sistema reprodutivo de polinização livre, foram estimados por:

$$\sigma_a^2 = 4 \sigma_p^2$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_p^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2$$

O coeficiente de variação experimental (CV_e) foi estimado de acordo com a expressão apresentada por VENCOVSKY (1978):

$$CV_i(\%) = \frac{\sigma_i}{\bar{Y}} \cdot 100 \quad (11)$$

em que:

σ_i : desvio padrão residual

As herdabilidades (utilizadas na aplicação do índice multiefeitos para prever valores genéticos) associadas aos efeitos de indivíduo dentro de parcela (h_d^2), de parcela (h_e^2) e de progênes (h_p^2) apresentadas por RESENDE e HIGA (1994), são fornecidas pelo programa Selegen:

$$\begin{aligned} h_d^2 &= \frac{(1-r_g) \sigma_a^2}{\sigma_d^2} = \frac{(1-r_g) h^2}{1-t_1}; \\ h_p^2 &= \frac{\{[1+(nr-1) r_g]/nr\} \sigma_a^2}{\sigma_p^2 + \sigma_e^2/r + \sigma_d^2/nr} = \frac{[1+(nr-1) r_g] h^2}{1+(n-1) t_1 + (r-1) nt_2}; \\ h_e^2 &= \frac{[(1-r_g)/n] \sigma_a^2}{\sigma_e^2 + \sigma_d^2/n} = \frac{(1-r_g) h^2}{1+(n-1) t_1 - nt_2}. \end{aligned} \quad (12)$$

em que:

$\sigma_a^2, \sigma_p^2, \sigma_e^2$ e σ_d^2 : variância genética aditiva, entre progênes, entre parcelas e dentro de parcelas, respectivamente:

h^2 : herdabilidade individual no sentido restrito;

$t_2 = r_g h^2$: correlação intraclasses entre os indivíduos de uma progênie em diferentes blocos;

$t_1 = t_2 + c^2$: correlação intraclasses entre os indivíduos de uma mesma parcela;

$c^2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_F^2}$: correlação entre os indivíduos da parcela devido ao ambiente

comum;

r_g : correlação genética intraclasse entre indivíduos da progênie ($r_g = 0,25$);

n, r : média harmônica do número de árvores na parcela e número de blocos respectivamente.

3.4.2.2 Modelos mistos

As estimativas das variâncias e herdabilidades foram obtidas pelo método iterativo da máxima verossimilhança restrita (REML) utilizando-se o programa DFREML (MEYER, 1997). O modelo utilizado foi:

$$Y = Xb + Za + Wc + e \quad (13)$$

em que:

Y: vetor de observações fenotípicas do caráter;

b: vetor de efeitos fixos (média geral e efeitos de blocos);

a: vetor de valores genéticos aditivos dos indivíduos;

c: vetor de efeitos de parcelas;

e: vetor de efeitos de erros de natureza aleatória;

X: é a matriz de incidência para os efeitos fixos;

Z: é a matriz de incidência para os efeitos aditivos;

W: é a matriz de incidência para os efeitos de parcelas.

As equações do modelo misto para estimar os efeitos fixos e prever os efeitos aleatórios são dadas por:

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} & \mathbf{X}'\mathbf{W} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + A^{-1}\lambda_1 & \mathbf{Z}'\mathbf{W} \\ \mathbf{W}'\mathbf{X} & \mathbf{W}'\mathbf{Z} & \mathbf{W}'\mathbf{W} + I\lambda_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{Y} \\ \mathbf{W}'\mathbf{Y} \end{bmatrix} \quad (14)$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c^2}{h^2}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2} = \frac{1 - h^2 - c^2}{c^2}$$

h^2 = herdabilidade individual no sentido restrito

c^2 = correlação intraclassa devida ao ambiente comum na parcela

O arquivo de dados para ser processado no programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995) foi estruturado da seguinte forma:

Indivíduo Genitor Genitora Bloco Parcelas Vetor de dados

3.4.2.3. Ajuste dos dados fenotípicos do DAP

Para estimar os componentes de variância e covariância entre o DAP e o número de árvores vizinhas existentes, utilizou-se o modelo linear misto, ao nível bivariado (RESENDE, 1999a). O arquivo de dados para ser processado, seguindo o procedimento DXMUX do programa DFREML, foi estruturado da seguinte forma:

Caráter Indivíduo Genitor Genitora Bloco Parcela DAP Árvores

A partir dessas análises, foram estimados os seguintes parâmetros para cada variável:

$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_F^2}$: herdabilidade individual no sentido restrito;

$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_F^2}$: correlação devido ao ambiente comum da parcela;

$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2$: variância fenotípica.

$\text{Cov } e(x,y)$: covariância residual entre o número de plantas vizinhas (x) e os dados do caráter DAP (y).

$\sigma_{e(x)}^2$: variância residual da variável x

3.4.2.4 Correlações

A correlação entre dois caracteres foi estimada por:

$$\hat{r}_{(X,Y)} = \frac{\hat{\sigma}_{(X,Y)}}{\hat{\sigma}_{(X)} \hat{\sigma}_{(Y)}} \quad (15)$$

em que:

$\hat{\sigma}_{(X,Y)}$: covariância entre os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{(X)}, \hat{\sigma}_{(Y)}$: desvio padrão dos caracteres x e y;

A correlação genética aditiva (r_{VG}) foi estimada utilizando-se os valores genéticos aditivos preditos de cada árvore para os dois caracteres.

3.4.2.5 Desvio padrão da herdabilidade

Os desvios padrões das estimativas dos componentes das variâncias e das herdabilidades foram estimados pelo programa DFREML (MEYER, 1997) ou conforme FALCONER (1981):

$$\sigma(h^2) = \sqrt{\frac{32h^2}{nb}} \quad (16)$$

em que:

nb: número de árvores avaliadas por caráter no experimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AMBIENTES DENTRO DE LOCAIS

Do ponto de vista regional, sabe-se que os locais onde os experimentos foram instalados pertencem a duas regiões agroclimáticas distintas (RIO GRANDE DO SUL, 1994). Os resultados das análises físicas e químicas dos solos (Anexo 3) e dos dados climáticos confirmam essas informações.

Visando facilitar a interpretação das análises de solos atribuiu-se valores qualitativos às diferentes variáveis físicas e químicas (Quadro 12).

QUADRO 12 - ATRIBUTOS QUALITATIVOS DOS DOIS SOLOS ONDE FORAM INSTALADOS OS TESTES GENÉTICOS

VARIÁVEIS	CRISTAL	PIRATINI
Material de origem	Migmatito	Xisto
Profundidade efetiva	Gradiente textural	Barreira física
Textura	Arenosa / Média	Média
Drenagem	Moderado / Mal	Boa
Fertilidade	Baixa	Boa
Acidez	Média	Média
Relevo	Ondulado	Fortemente ondulado

O solo da área experimental de Cristal foi classificado, pelos pesquisadores da Embrapa Florestas, como Podzólico Vermelho Amarelo, abrupto, pouco profundo, Álico, Epidistrófico, A proeminente, textura Média/Argilosa e relevo ondulado. Já o solo de Piratini foi classificado como Litólico Distrófico, A proeminente, textura Média, muito cascalhento e relevo forte ondulado. Na nova terminologia da Sociedade Brasileira de Solos são classificados como Argissolo Vermelho e Neossolo Litólico, respectivamente.

Os contrastes entre os solos são acentuados. Apesar de ter alta profundidade efetiva (horizonte Bt), o solo de Cristal apresenta drenagem deficiente. É um solo muito desgastado, quimicamente pobre, com baixos teores de Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio. A adubação pode ser ineficaz (dificuldades de absorção) devido ao baixo teor de matéria orgânica.

Em posição oposta, o solo de Piratini apresenta melhor nível de fertilidade (apesar do baixo teor de fósforo), proporcionando condições favoráveis para maior crescimento das árvores. Como aspecto negativo, a pequena (60 cm) profundidade

efetiva favorece a queda de as árvores em situações de ventos fortes.

SCHONAU; GARDNER (1991) afirmam que o solo e o clima são os principais fatores que afetam o potencial florestal de um local. SCHONAU; ALDWORTH (1991) constataram que, com exceção da profundidade dos solos, poucos fatores edáficos se mostraram ser significativamente correlacionados com o crescimento das árvores de acácia-negra na África do Sul. DONKIN (1994), reanalisando os mesmos dados, ressalta que não só a profundidade efetiva do solo dá indício de bom crescimento, mas sim a interação com a umidade do solo, as condições climáticas e o material de origem do solo.

Nos experimentos instalados em Cristal, aos 5 e 6 anos de idade, observou-se maior penetração de luz e maior acúmulo de folhas no solo dentro do experimento, evidenciando que há um menor tamanho de copa das árvores. É importante lembrar que nesse local os experimentos estão em uma área de quarta rotação de plantio de acácia-negra.

Nos dois ambientes, o teor do nutriente fósforo é baixíssimo e pode ser considerado como um dos fatores limitantes para o aumento da produtividade. Ciente dos resultados obtidos no Brasil (BORSSATTO; RAUEN; GONÇALVES, 1983, MAESTRI et al., 1987 e EMBRAPA, 1992) e na África do Sul (HEBERT, 1984 e DUNLOP; GOODRICKE, 2000) constata-se que a adubação fosfatada é uma das alternativas para aumentar a produtividade.

Os dois ambientes avaliados exemplificam a afirmação de SCHONAU; FITZPATRICK (1981) e FANG et al. (1994) que citam o fato da acácia-negra crescer em uma ampla variedade de solos. Entretanto, FANG et al. (1994) salientam que somente nos solos com boas condições é que a acácia-negra pode demonstrar o seu potencial de espécie de rápido crescimento.

Considerando somente os aspectos edáficos atuais constata-se que o potencial de produção dos solos em Piratini é maior do que o de Cristal. Também fica evidente que o preparo do solo e adubação deverão ser diferenciados a fim de que se mantenha a sustentabilidade das plantações de acácia-negra na região.

Procurou-se, junto a instituições governamentais, obter dados que representassem as condições climáticas durante os seis anos de avaliação. Os dados de Piratini foram obtidos junto a Escola Agropecuária da cidade. Já os de dados de Cristal inexistem. Embora o município de Taquari pertença à região

agroclimática Depressão Central (sub-região 1B), os dados obtidos junto a Fepagro estão sendo utilizados por ser o único encontrado mais próximo a região (Tabela 11).

TABELA 11 - DADOS CLIMÁTICOS OBTIDOS NOS MUNICÍPIOS DE PIRATINI E TAQUARI, RS 1994 - 2000

Ano	PIRATINI			TAQUARI		
	Temperatura		Precipitação Total	Temperatura		Precipitação Total
	Média máximas	Média mínimas		Média máximas	Média mínimas	
1994	24,4	10,2	1197	25,1	14,7	1925
1995	24,4	10,9	1430	25,1	13,8	1476
1996	24,5	9,9	1174	24,5	13,9	1362
1997	24,0	11,2	1794	25,0	13,8	1807
1998	22,7	10,5	1213	24,1	13,5	1663
1999	22,5	12,0	1106	24,2	12,3	1666
2000	22,9	11,7	1797	...	...	...

FONTE: Escola Agropecuária de Ensino Fundamental Alaor Tarouco (Piratini) e FEPAGRO (Taquari)

NOTAS: Dados de 1997 e 1998 em Piratini, respectivamente, contêm dados de 11 e 8 meses.

Dados de 1999 e 2000 em Piratini foram coletados na Fazenda Santa Fé.

Mesmo com as restrições quantitativas dos dados de Piratini e a ausência de dados dentro da região das Grandes Lagoas, constata-se que, nesse período, a precipitação apresentou acentuada variação entre anos, tanto em Piratini quanto em Taquari. Esse fato deve ser levado em consideração, principalmente, quando são efetuadas comparações em idades iniciais. Outro aspecto importante é que em períodos de menor precipitação, os cuidados de plantio deverão ser redobrados, pois haverá maior probabilidade de redução da sobrevivência nos primeiros anos.

A média das temperaturas mínimas são menores em Piratini. Neste local, em média, são esperadas 24,2 geadas por ano. Observando os registros existentes, constatou-se que nos anos de 1995, 1996 e 1997 ocorreram, respectivamente, 13, 41 e 5 geadas (não existiam informações disponíveis para os anos de 1998 a 2000). Nos anos de 1995 e 1997, plantios comerciais e experimentos existentes na região de Piratini sofreram severos danos com as geadas ocorridas. Já em Taquari, onde são previstas 10 geadas por ano (MACHADO, 1950), foram documentadas 3, 17 e 32 geadas, respectivamente, em 1998, 1999 e 2000. Com esses resultados, fica evidente que a frequência de geadas é dos fatores climáticos que apresenta acentuada variação anual e regional.

Em virtude da indisponibilidade de sementes de procedências resistentes à geada, a seleção para plantio em áreas livres da ocorrência de geadas é uma das

medidas que o acacicultor deverá levar em consideração para obter êxito em sua plantação.

Devido a proximidade do oceano, é na região das Grandes Lagoas, onde está situado Cristal, que são atingidas as mais altas velocidades dos ventos (MACHADO, 1950). Segundo informações do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, em 17 de abril de 1998 foram registrados ventos com velocidade de 78 km/h na cidade de Pelotas. Em Piratini esses e outros ventos provocaram a derrubada de árvores dos experimentos (Figura 12), principalmente, no bloco 1 do teste de progênie que estava na parte mais alta e próximo a estrada principal. A queda das árvores foi facilitada pelo fato dos solos serem rasos. SCHONAU; FITZPATRICK (1981) registraram problema similar na África do Sul, em solos com profundidade de 30 a 45 cm.

FIGURA 12 - QUEDA DE ÁRVORES DE ACÁCIA-NEGRA EM PIRATINI, RS – MAIO DE 1998



Foto: A. R. Higa, 1998

No que diz respeito à gomose, os resultados da porcentagem de incidência da doença nas árvores são apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 - INCIDÊNCIA (%) DE GOMOSE EM DIFERENTES IDADES NAS ÁRVORES UTILIZÁVEIS DOS TESTES DE PROGÊNIES E TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL, RS

TESTES DE	LOCAIS	IDADE		
		4 anos	5 anos	6 anos
PROCEDÊNCIAS	PIRATINI	10,5	5,8	5,9
	CRISTAL	10,5	4,6	10,4
PROGÊNIES	PIRATINI	4,7	4,2	1,2
	CRISTAL	0,5	1,0	1,1

Comparando com os resultados obtidos com os divulgados por SOTTA et al. (1994) e SANTOS (1999), conclui-se que os valores obtidos são relativamente baixos. O porcentual foi calculado levando em consideração somente as árvores úteis avaliadas a cada ano. Árvores que morreram entre idades anteriores podem ter sido danificadas pela gomose.

Do ponto de vista climático, as condições ambientais (temperaturas médias maiores e alta umidade relativa) em Cristal poderiam favorecer a multiplicação dos patógenos. Em outra linha de argumentação, sendo os solos de Piratini mais rasos e tendo umidade haveria maior favorecimento para a proliferação de *Phytophthora sp*, que são fungos de solos. FANG et al. (1994) relataram que a incidência de doenças é baixa nos locais onde as condições de solos são boas. Diante dos resultados de incidência apresentados é difícil fazer qualquer diferenciação entre os ambientes.

De uma forma genérica, os resultados demonstram o que se constata no campo, ou seja, maior incidência de árvores com gomose nos testes de procedências do que nos testes de progênies. Isso pode ser atribuído ao fato de que as progênies já passaram por duas seleções.

Não foi constatado qualquer dano com a presença do cascudo-serrador em nenhuma das áreas experimentais. Na região de Montenegro, em avaliações de outros experimentos, foi observada a presença do cascudo-serrador cortando galhos das árvores de acácia-negra.

4.2 TESTES DE PROCEDÊNCIAS

4.2.1 Crescimento Médio Anual

Com exceção de cinco procedências, as demais não tinham sido testadas no Brasil. Em função disso, é de se esperar que haja uma enorme variação no comportamento silvicultural das procedências. As médias de altura, DAP e sobrevivência dos dois testes de procedências, nas idades de 1 a 6 anos, são apresentadas na Tabela 13.

TABELA 13 - MÉDIAS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO, NAS DIFERENTES IDADES, DA ALTURA, DAP E ÁRVORES ÚTEIS NOS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE CRISTAL E PIRATINI, RS

Idade (anos)	CRISTAL					PIRATINI				
	Altura (m)		DAP (cm)		Úteis %	Altura (m)		DAP (cm)		Úteis %
	Média	C.V.%	Média	C.V.%		Média	C.V.%	Média	C.V.%	
1	2,2	35,2	...	...	90,7	2,4	34,6	...	...	93,7
2	5,4	25,7	4,3	38,4	89,0	7,2	19,4	5,9	27,1	92,7
3	9,7	12,2	7,5	28,1	73,3	11,3	10,0	8,6	24,0	86,7
4	12,1	13,9	9,2	28,6	67,3	13,8	12,2	10,2	24,9	77,3
5	13,2	14,0	10,2	30,9	64,2	14,3	13,5	11,4	27,3	74,4
6	12,9	16,0	11,4	33,6	62,7	15,5	14,8	12,3	28,3	72,4

Nota: CV – Coeficiente de Variação da média

As médias dos três caracteres sempre foram maiores em Piratini. Para as condições do Rio Grande do Sul, na idade de 6 anos, as médias de altura e DAP obtidas em Piratini são similares às apresentadas na Tabela 3 e menores do que as da Tabela 10. Os coeficientes de variação das médias de altura e DAP são de mesma magnitude nos dois locais. No caráter altura observa-se a tendência de redução, enquanto que, no DAP mantém a mesma variação no decorrer do tempo.

O crescimento em altura é rápido até o terceiro ano e a partir do quarto ano tende a se estabilizar. Pelo fato de ser uma espécie pioneira, a acácia-negra cresce muito rapidamente em altura até o quarto ano. Em função da competição entre árvores, há uma definição do grupo de árvores dominantes e codominantes e a partir do quarto ano, com o início da floração, há uma tendência de estabilização da altura. Nos dois locais, o coeficiente de variação, a um ano de idade, estava em torno de 35% e com o aumento da idade reduz para 15%. Essa redução está associada à redução da sobrevivência, ou seja, as árvores menores morrem e somente as árvores de maior porte permanecem na plantação.

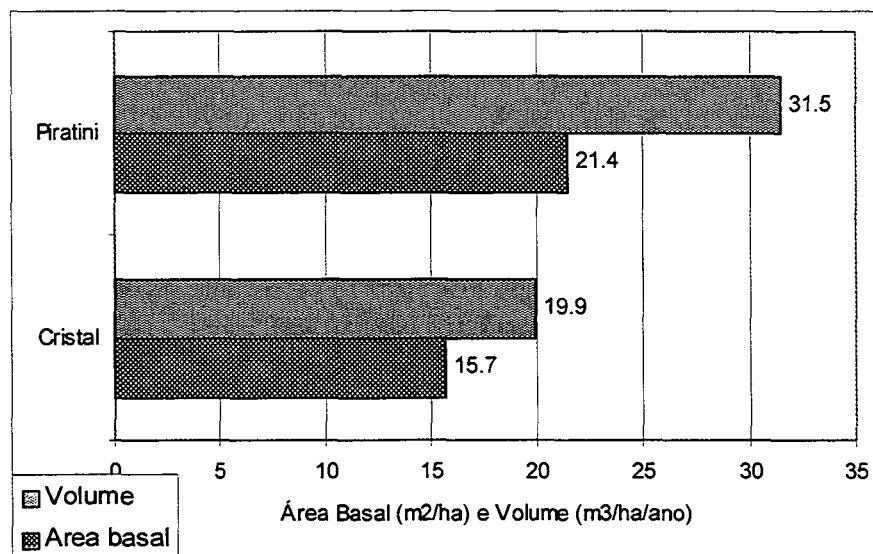
Do mesmo modo que a altura, o incremento do DAP nos dois locais é maior até o terceiro ano e depois continua crescendo porém com taxas menores. O coeficiente de variação é alto e se mantêm durante o período avaliado, por volta dos 30% e 25%, em Cristal e Piratini, respectivamente.

A porcentagem de árvores utilizáveis apresenta a mesma tendência, ou seja, decresce em função da idade. Tanto em Cristal como em Piratini, a sobrevivência é similar até o segundo ano. A partir do terceiro ano, há uma tendência de ocorrer maior mortalidade em Cristal e esse diferencial (cerca de 10%) se mantêm até o sexto ano de idade. O percentual estimado para Cristal é similar ao valor preconizado por TONIETTO; STEIN (1997) na idade de corte.

4.2.2 Produtividade de Madeira aos Seis Anos

Nas áreas experimentais, com dimensões de 0,97 e 0,81 hectares, foram consideradas utilizáveis, respectivamente, 1560 árvores em Piratini e 1129 árvores em Cristal. A área basal por hectare e a produtividade volumétrica estimada para cada um dos experimentos é apresentada no Gráfico 3.

GRÁFICO 3 - ÁREA BASAL E PRODUTIVIDADE VOLUMÉTRICA, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DOS TESTES DE PROCEDÊNCIAS INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL, RS



Fonte: o autor

Levando-se em consideração a heterogeneidade do material (procedências) e admitindo-se que a equação de volume utilizada expressa o volume real das árvores, a produtividade de madeira estimada para Cristal é similar a dos plantios comerciais existentes nesse local. Entretanto, a de Piratini é superior e similar a projetada por SCHNEIDER et al. (2000).

As melhores condições ambientais de Piratini propiciaram melhor desenvolvimento das árvores. Além disso, o maior percentual de árvores utilizáveis contribuiu para que a produtividade do experimento em Piratini fosse 58,3% superior a obtida em Cristal.

Por outro lado, os fatores ambientais limitantes de Cristal podem agir como um fator de seleção das procedências, favorecendo somente aquelas que tiverem maior capacidade de adaptação ao local.

4.2.3 Escolha do Caráter Representativo da Procedência

No teste de procedência a unidade de seleção é a parcela. Pode-se fazer inferências sobre a mesma através de sua média ou de seu total. Em função da existência diferenciada de porcentagem de árvores utilizáveis nas parcelas das procedências de acácia-negra, foram testados cinco diferentes caracteres associados ao DAP. Foram feitos cálculos com o objetivo de compará-los e propor qual é a melhor forma de representar um caráter quantitativo relativo ao crescimento. Utilizou-se os dados de DAP e altura de 359 parcelas (72 procedências e 5 repetições), do experimento de Piratini, aos seis anos de idade.

Para cada um dos caracteres testados foram efetuadas as análises utilizando-se o software DFREML (MEYER, 1987) obtendo-se a média, coeficiente de variação, herdabilidade média de procedências e correlação intraclasse. Posteriormente, com cada um dos valores genotípicos preditos, efetuou-se as correlações entre os cinco caracteres (Tabela 14).

O primeiro aspecto a ser considerado é que as médias aritméticas das parcelas são diferentes. A média do DAP que considera as árvores plantadas (MDAPP) é menor do que a média do DAP das árvores úteis (MDAPU). Isso é reflexo da existência de falhas nas parcelas. Se o percentual de árvores úteis fosse próximo a 100, as médias seriam similares.

TABELA 14 - PARÂMETROS POPULACIONAIS E CORRELAÇÕES ENTRE VALORES GENOTÍPICOS PREDITOS DOS CARACTERES DAS 72 PROCEDÊNCIAS, AOS SEIS ANOS DE IDADE, EM PIRATINI, RS

PARÂMETROS	MDAPU (cm)	MDAPP (cm)	SDAP (cm)	SAT (cm ²)	SVOL (m ³)
Média geral	12,4	9,0	53,7	563,2	0,496
Coefficiente de variação (%)	16,1	30,4	30,4	38,2	40,8
Coef.correlação intraclasse	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02
Correlações entre valores genotípicos dos caracteres					
MDAPV (cm)	1,00	0,34	0,34	0,60	0,65
MDAPP (cm)		1,00	1,00	0,94	0,91
SDAP (cm)			1,00	0,94	0,91
SAT (cm ²)				1,00	1,00
SVOL (m ³)					1,00

NOTA: MDAPU - média aritmética dos DAP das árvores medidas na parcela
MDAPP - média aritmética dos DAP de seis árvores plantadas inicialmente
SDAP - soma dos DAP das árvores existentes na parcela
SAT - soma das áreas transversais das árvores existentes na parcela
SVOL - soma dos volumes das árvores existentes na parcela

Outro aspecto é a diferença no coeficiente de variação. No MDAPU a tendência é do valor ser menor, pois só considera as árvores vivas. Já no MDAPP quanto maior o número de árvores ausentes menor será a média. Nessa condição, a média da parcela computa as falhas existentes e deste modo espera-se encontrar maior variação entre as parcelas.

Diante desses dois aspectos, fica evidente que a média aritmética das parcelas não é representativa em experimentos de acácia-negra e de outras espécies que tenham problemas de sobrevivência durante sua avaliação.

Quando se compara a alternativa MDAPP com a soma dos DAPs da parcela (SDAP), observa-se que os valores são iguais e que a correlação entre os valores genotípicos das procedências é plena. Isso significa que pode-se utilizar uma ou outra forma para expressar o crescimento. Como a média de experimentos é sempre em função das árvores vivas, a opção é utilizar o caráter SDAP. Apesar de não ser tradicional na área florestal e também de difícil visualização, é possível comparar o crescimento das procedências e também não propicia erros de interpretação quando se compara com outras médias. É importante frisar que o SDAP é altamente correlacionado com os caracteres (SAT e SVOL) os quais possuem o DAP (na forma quadrática) em suas fórmulas de cálculo.

Confrontando-se os valores genotípicos do SDAP com a multiplicação dos valores genotípicos do DAP e das árvores úteis obtidos pela metodologia proposta

por RESENDE (1999a) encontrou-se o coeficiente de correlação igual a 0,984 indicando que a mesma é altamente significativa. Paralelamente, o resultado da correlação de Spearman foi altamente significativo (teste t igual a 46,6), indicando que a classificação das procedências não difere nas duas situações.

Em função dos resultados obtidos e da possibilidade de expressar o crescimento da procedência através de um único caráter, conclui-se que a soma dos DAP das parcelas é a alternativa adequada para representar o valor de uma procedência nestes testes com acácia-negra. Vale ressaltar que no caso em questão, supõe-se que a herdabilidade para a sobrevivência foi igual a 1.

4.2.4 Análise de Variância Individual

Os resultados obtidos das análises de variância individuais para o caráter Soma dos DAP das parcelas (SDAP), nos dois locais, são apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 - NÚMERO DE PARCELAS AVALIADAS, MÉDIAS, COEFICIENTES DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAIS, TESTE F PARA PROCEDÊNCIAS DO CARÁTER SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS DOS TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE CRISTAL E PIRATINI, RS NAS DIFERENTES IDADES

Idade (anos)	CRISTAL				PIRATINI			
	Número Parcelas	Média (cm)	C.V.E (%)	F proc	Número Parcelas	Média (cm)	C.V.E (%)	F proc
2	617	23,1	23,4	5,82**	718	32,8	16,2	4,36**
3	612	33,3	27,1	8,18**	717	44,5	16,9	4,15**
4	306	37,0	32,5	4,41**	717	47,5	22,7	3,77**
5	302	39,6	34,3	4,27**	359	50,9	24,5	2,65**
6	300	43,4	35,6	4,39**	359	53,7	15,4	2,97**

Nota: C.V.E.: Coeficiente de Variação Experimental

F proc: Teste F para a fonte de variação procedência

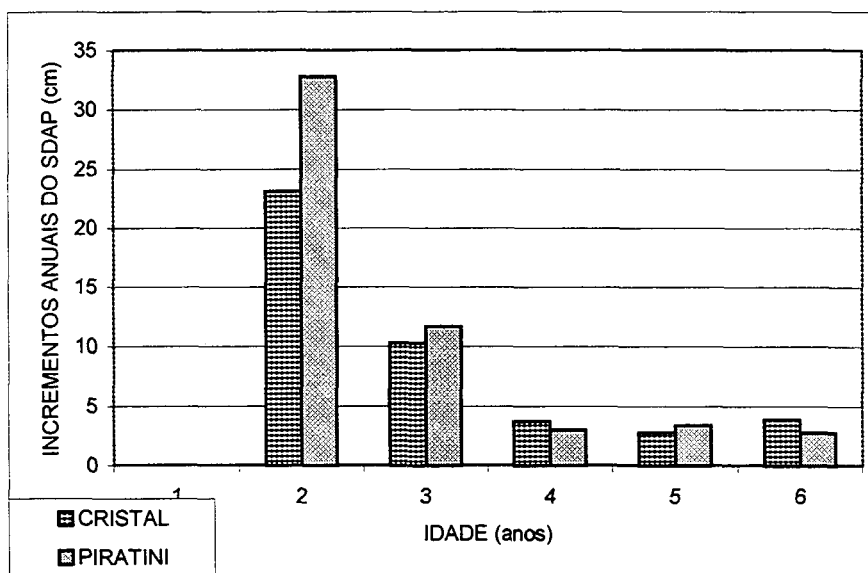
** significativo a 95% de probabilidade

A redução do número de parcelas analisadas se deve a dois fatos. O primeiro é em relação aos desbastes efetuados aos 4 e 5 anos em Cristal e Piratini. Já o segundo é a mortalidade total das árvores existentes em algumas parcelas. Esse acontecimento é mais visível em Cristal, tanto no transcorrer do segundo para o terceiro ano, como também do quarto para o sexto ano.

De forma similar ao crescimento em altura, o caráter SDAP também tem incrementos rápidos até o quarto ano e depois tendem a manter incrementos

mínimos. No Gráfico 4 é possível verificar essa tendência e também constatar que o maior crescimento em Piratini é marcante no segundo ano e nos demais anos tendem a se igualar. Esse comportamento é típico de uma espécie pioneira. Como o DAP é positivamente correlacionado com a altura, pode-se inferir que as melhores condições ambientais de Piratini propiciaram maior crescimento das árvores de acácia-negra. Tendo-se como base o caráter SDAP, pode-se afirmar que, em termos médios, a superioridade relativa de Piratini em relação à Cristal é igual a 22,6%.

GRÁFICO 4 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DAS MÉDIAS DO CARÁTER SOMA DOS DAP DAS PARCELAS DOS TESTES DE PROCEDÊNCIAS INSTALADOS EM CRISTAL E PIRATINI, RS



Fonte: o autor

Os testes F para a fonte de variação procedências foram significativos em todas idades e locais. O coeficiente de variação experimental é maior em Cristal e apresenta a tendência de crescimento com o aumento da idade de avaliação. Em Piratini esse parâmetro é menor e sem nenhuma tendência. A explicação para essa variação está no fato de que a mortalidade é maior em Cristal. Associado a isso está o fato de que em Cristal as condições de fertilidade de solo são menos favoráveis.

Considerando o fato de que algumas procedências foram representadas nos testes por duas vezes, efetuou-se a comparação de cada par de médias dos valores fenotípicos aos seis anos de idade (Tabela 16), utilizando-se o teste de Newmam-Keuls. A diferença mínima significativa para Cristal foi de 19,3 cm e para Piratini foi de 16,9 cm. Das 11 situações, somente uma mostrou que os valores diferem

significativamente a 95% de probabilidade. Em Piratini, as médias foram muito próximas, com exceção da procedência 14923. Por outro lado, em Cristal as médias das duas procedências foram discrepantes e bem próximas do limite de significância.

TABELA 16 - COMPARAÇÕES ENTRE VALORES FENOTÍPICOS DA SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS DAS PROCEDÊNCIAS REPETIDAS (CÓDIGOS 1 E 2) EM CRISTAL E PIRATINI, RS

Procedência	CRISTAL				PIRATINI			
	Código 1	Código 2	diferença	Teste NK	Código 1	Código 2	diferença	Teste NK
14394					49,5	54,3	4,8	n.s.
14395					67,7	61,4	6,3	n.s.
14397					62,4	64,7	2,3	n.s.
14398	51,3	67,5	16,3	n.s.	76,3	72,2	4,1	n.s.
14725	41,5	30,4	11,1	n.s.	52,8	54,9	2,1	n.s.
14922					45,7	40,7	5,0	n.s.
14923					58,3	40,0	18,3	*
14924					64,7	59,4	5,3	n.s.
14925					46,2	52,4	6,2	n.s.

Nota: n.s. não significativo a 95% de probabilidade

* significativo a 95% de probabilidade

NK: teste Newman-Keus

Esses resultados exemplificam o problema de inferências sobre total por área em parcelas de pequeno tamanho. As conclusões não devem ser efetuadas de forma absoluta e sim em função de uma tendência.

Os valores genotípicos do SDAP estimados segundo a metodologia proposta por KUNG (1979) e o desempenho relativo das procedências, nas diferentes idades, são apresentados nas Tabelas 17 (Cristal) e 18 (Piratini). Os mesmos estão ordenados em função dos valores genotípicos preditos aos seis anos de idade.

Independentemente do valor genotípico obtido a cada ano, através do desempenho relativo é possível comparar a classificação da procedência. Por exemplo, no período de 2 a 6 anos, a procedência 16377 teve em Cristal o desempenho relativo igual a 74%, 72%, 75%, 76% e 77%. Essa procedência manteve a mesma posição classificatória no decorrer do tempo. Um outro tipo de situação ocorreu em Piratini com a procedência 15925 que teve 59%, 64%, 6%, 0% e 3%. Inicialmente ela apresentou SDAP próximo da média, mas no quarto ano algumas árvores morreram ou caíram e o seu total ficou próximo do menor valor genotípico.

TABELA 17 - VALORES GENOTÍPICOS (VG) DA SOMA DOS DAPS DAS PROCEDÊNCIAS NO TESTE INSTALADO EM CRISTAL E SEU RESPECTIVO DESEMPENHO RELATIVO (DR) NAS IDADES DE 2 A 6 ANOS

PROC	IDADE (ANOS)									
	2		3		4		5		6	
	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR
16265	29.2	94	46.3	96	57.5	100	63.6	100	71.1	100
16973	27.7	83	43.5	86	55.3	95	61.0	95	68.9	96
888	25.5	67	41.9	80	53.1	90	58.8	90	65.6	89
143982	28.3	87	42.8	84	49.1	80	55.2	82	62.1	83
14928	26.2	72	39.8	73	50.2	83	55.7	83	62.0	82
17935	27.9	84	47.4	100	48.6	79	54.1	80	61.8	82
15088	28.7	90	44.5	90	50.8	84	55.2	82	61.5	81
17933	27.2	79	43.9	87	51.3	86	54.0	80	60.9	80
16377	26.5	74	39.4	72	46.8	75	52.2	76	59.3	77
17934	25.1	64	37.7	65	44.8	70	49.5	71	54.1	67
16380	30.1	100	46.9	98	52.3	88	47.4	66	53.1	65
16625	27.6	82	43.3	85	43.8	68	46.6	64	52.8	65
15850	25.7	68	36.4	61	40.8	61	45.1	61	51.5	62
16247	26.0	71	38.4	68	40.9	61	45.1	61	49.9	59
16621	23.5	53	36.3	61	40.2	59	45.6	62	49.8	59
143981	22.6	47	35.3	57	39.8	59	44.3	60	49.6	58
16266	23.2	50	36.6	61	40.3	60	43.2	57	48.0	55
16381	25.4	66	38.8	69	38.8	56	43.2	57	47.8	55
16258	23.3	52	34.2	53	41.6	63	43.3	58	47.7	55
17932	24.7	61	38.1	67	40.4	60	44.5	60	47.6	55
17949	21.2	36	34.5	54	39.0	56	42.6	56	47.4	54
14770	19.7	26	32.3	46	38.3	55	42.0	55	46.1	52
16261	24.2	57	35.8	59	41.1	62	41.7	54	45.7	51
17235	24.7	61	35.3	57	40.6	60	43.3	57	45.6	51
14927	27.6	82	43.6	86	39.4	58	43.1	57	45.3	50
16255	22.9	48	33.9	52	39.6	58	39.5	50	45.3	50
17936	23.1	50	33.6	51	38.4	55	41.8	54	45.1	50
15013	22.1	43	35.4	57	37.7	53	40.9	53	44.5	48
17927	20.5	32	29.7	37	37.5	53	41.6	54	44.2	48
15925	26.1	71	37.0	63	41.0	61	44.2	59	44.1	48
15329	19.5	24	29.5	36	37.6	53	40.1	51	43.8	47
16379	28.0	85	38.0	66	37.6	53	39.2	49	42.8	45
14416	22.5	45	31.0	42	36.6	51	40.3	51	42.5	45
147251	25.9	70	36.6	62	36.4	50	38.8	48	42.0	44
16257	21.6	39	30.2	38	32.6	41	37.4	45	41.7	43
149241	22.8	47	33.3	50	36.2	50	37.6	46	41.5	43
15087	22.2	43	31.2	42	37.6	53	39.6	50	41.1	42
17233	22.3	44	31.7	44	35.1	47	37.0	44	40.9	42
16246	16.5	3	25.7	23	32.6	41	36.2	43	40.6	41
149222	22.1	43	30.6	40	33.1	43	36.8	44	40.2	40
14926	24.0	56	35.6	58	36.7	51	36.9	44	39.8	39
16378	25.7	68	37.0	63	33.7	44	36.2	43	39.7	39
17938	23.0	49	31.8	44	35.2	48	35.7	42	38.7	37
143942	21.9	42	31.9	45	27.2	29	34.5	39	37.6	35
16374	24.8	62	35.3	57	34.5	46	35.4	41	37.1	34
149252	22.4	45	27.8	30	33.2	43	33.8	38	36.9	34
17234	22.3	44	29.8	37	31.7	39	33.1	36	36.0	32
17929	22.3	44	29.5	36	30.6	37	32.7	35	34.1	28
147252	21.9	41	24.5	18	30.8	37	30.7	31	33.4	27
14771	19.3	23	23.4	14	29.4	34	29.4	29	32.5	25
17928	16.9	6	23.9	16	27.3	29	29.6	29	32.3	25
149232	22.0	42	29.0	34	31.7	40	31.6	33	31.6	24
17926	22.3	44	29.1	35	32.7	42	32.3	35	31.3	23
15858	17.1	7	22.3	11	26.2	26	27.0	23	30.4	21
15328	19.1	21	20.2	3	27.1	29	27.6	25	30.2	21
16268	20.9	34	26.6	26	27.4	29	26.7	23	29.1	19
17236	18.3	15	19.4	0	24.6	23	26.9	23	28.9	18
17930	18.6	18	23.3	14	26.6	28	26.9	23	26.0	13
15326	17.1	7	22.8	12	22.6	18	23.7	17	24.5	10
14769	18.6	18	20.5	4	21.2	15	21.3	12	22.8	7
17937	19.0	20	20.8	5	17.5	6	18.9	7	19.8	1
15331	16.1	0	21.1	6	14.9	0	15.7	0	19.4	0

TABELA 18 - VALORES GENOTÍPICOS (VG) DA SOMA DOS DAPS DAS PROCEDÊNCIAS NO TESTE INSTALADO EM PIRATINI E SEU RESPECTIVO DESEMPENHO RELATIVO (DR) NAS IDADES DE 2 A 6 ANOS

continua

PROC	IDADE (ANOS)									
	2		3		4		5		6	
	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR
143981	38.8	100	53.0	100	61.5	100	65.0	100	68.7	100
143982	37.1	89	50.0	87	55.5	79	60.1	83	66.0	92
16247	35.7	79	48.2	79	55.5	79	59.7	82	65.2	89
16257	37.1	88	50.5	89	56.6	83	61.7	89	64.1	86
14928	33.7	66	47.6	77	52.3	67	59.1	80	64.1	86
16374	33.9	67	47.1	75	52.4	68	59.1	80	63.6	84
17936	33.6	65	45.8	69	49.7	58	57.9	76	63.3	84
143951	37.2	90	49.6	85	51.4	64	58.8	79	63.0	83
15087	36.1	82	49.2	84	50.0	59	58.1	77	62.5	81
17935	34.9	74	50.0	87	52.2	67	57.3	74	62.1	80
149241	34.7	72	46.6	73	51.7	65	56.0	70	61.0	77
143972	37.3	90	49.7	86	53.8	73	55.5	68	61.0	77
17233	34.6	71	47.7	77	50.5	61	56.8	73	60.6	75
16973	34.1	69	45.8	69	53.1	70	56.0	70	60.5	75
16265	32.5	57	45.7	69	51.2	63	56.0	70	59.6	73
15850	32.4	57	43.4	59	48.3	53	54.5	65	59.5	72
143971	37.2	89	49.4	84	53.5	71	55.1	67	59.5	72
143952	37.2	89	48.8	82	50.1	59	55.2	67	58.8	70
16380	34.0	67	47.2	75	50.5	61	53.9	63	58.7	70
17235	32.8	59	46.0	70	50.8	62	54.2	64	58.5	69
16377	32.8	60	44.2	62	50.6	61	53.2	60	57.8	67
14927	34.6	72	45.3	67	49.3	57	53.6	62	57.7	67
149242	34.5	71	46.0	70	50.4	61	53.0	60	57.5	66
15088	34.1	68	46.7	73	49.7	58	55.4	68	56.9	65
149231	30.0	40	45.5	68	49.1	56	53.7	62	56.7	64
16261	30.3	42	42.5	55	46.1	45	52.2	57	56.5	63
17934	32.5	57	44.8	65	49.8	58	53.1	60	56.5	63
16266	28.5	30	40.4	46	42.1	31	51.8	56	56.5	63
16625	31.5	51	44.0	62	50.6	61	51.7	56	56.2	62
16378	34.6	71	45.4	68	49.3	57	51.8	56	55.7	61
16381	31.1	48	42.6	55	46.7	47	52.0	56	55.3	60
16621	32.7	59	44.8	65	46.0	45	51.8	56	54.6	57
147252	32.6	58	46.0	70	48.2	53	51.1	53	54.5	57
14926	30.5	44	41.4	50	42.4	32	50.6	52	54.4	57
17926	35.2	75	47.2	75	49.2	56	52.7	59	54.3	57
16246	32.9	60	45.9	70	49.5	57	50.3	51	54.1	56
143942	35.0	74	47.6	77	48.7	55	51.0	53	54.1	56
16255	31.1	48	42.8	56	48.4	53	50.2	51	53.8	55
16379	34.5	71	45.4	67	48.8	55	49.8	49	53.5	54
17949	33.0	61	43.7	60	49.8	59	51.3	54	53.3	54
147251	33.2	62	45.8	69	47.1	49	49.8	49	53.1	53
149252	32.4	57	43.5	59	48.1	52	49.8	49	52.8	52
17932	38.0	95	50.0	87	50.6	61	52.3	57	52.8	52
888	34.0	68	45.4	68	48.9	55	50.0	50	52.6	51
16258	31.5	51	43.9	61	46.5	47	49.7	49	52.2	50
17938	34.5	71	45.8	69	47.6	51	48.4	44	51.9	49
17927	33.1	61	45.5	68	45.5	43	49.6	48	51.6	48
143941	34.2	69	45.1	66	48.1	52	49.7	49	50.9	46
15858	32.3	56	41.9	52	43.3	35	48.2	44	50.3	45
14770	29.5	37	40.4	46	46.3	46	46.1	37	49.6	43
15013	34.2	69	44.6	64	47.8	51	48.8	46	49.6	42
14416	31.5	50	43.1	57	44.8	41	50.1	50	48.9	40
15326	30.1	41	39.7	43	43.2	35	47.2	40	48.9	40
149251	32.5	57	44.4	63	43.4	36	48.1	43	48.7	40
17234	33.9	67	45.0	66	46.3	46	47.8	42	48.7	40
15329	30.4	43	42.7	56	46.3	46	47.4	41	48.6	40
149221	30.7	45	41.2	50	40.3	24	47.6	42	48.4	39
15328	26.1	14	37.1	32	40.2	24	45.7	36	48.2	38
17937	29.1	34	39.2	41	40.7	26	45.8	36	47.8	37
14769	29.8	39	39.1	41	41.0	27	45.6	35	47.3	35
16268	31.1	48	42.2	54	41.7	29	44.5	31	46.7	34

PROC	conclusão									
	IDADE (ANOS)									
	2		3		4		5		6	
	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR	VG	DR
17236	29.8	39	40.6	47	40.1	24	45.5	35	46.3	32
17933	32.8	59	45.0	66	47.2	49	46.5	38	46.3	32
149222	33.5	64	44.5	63	45.8	44	43.0	26	45.1	29
15331	30.3	42	39.3	42	41.0	27	44.0	30	44.8	28
149232	32.7	59	42.2	54	47.8	51	44.7	32	44.6	27
17930	30.3	42	41.0	49	46.4	46	41.4	21	43.7	25
17929	30.2	41	41.6	51	41.6	29	41.9	23	43.7	25
14771	28.7	31	39.6	43	40.8	26	44.6	32	43.5	24
17928	30.1	41	38.9	40	40.5	25	39.9	16	38.8	10
15925	32.7	59	44.7	64	35.2	6	35.1	0	36.6	3
13807	24.1	0	29.6	0	33.4	0	36.2	3	35.5	0

Em Cristal, a melhor procedência (16265 - *Orbost Cann River*), desde o segundo ano, apresentou desempenho relativo superior a 93% e a partir do quarto ano foi igual a 100%. A pior procedência (15331 - *Hobart Airport*) foi a que apresentou desempenho relativo igual a zero em todos os anos (com exceção no terceiro ano que foi igual a 6%). Em Piratini, a melhor procedência (14398 - *Batemans Bay*) apresentou desempenho relativo 100% desde o início da avaliação. A pior procedência (13807 - *Robertson*) foi a que apresentou desempenho relativo igual a zero em todos os anos (com exceção no quinto ano que foi igual a 3%).

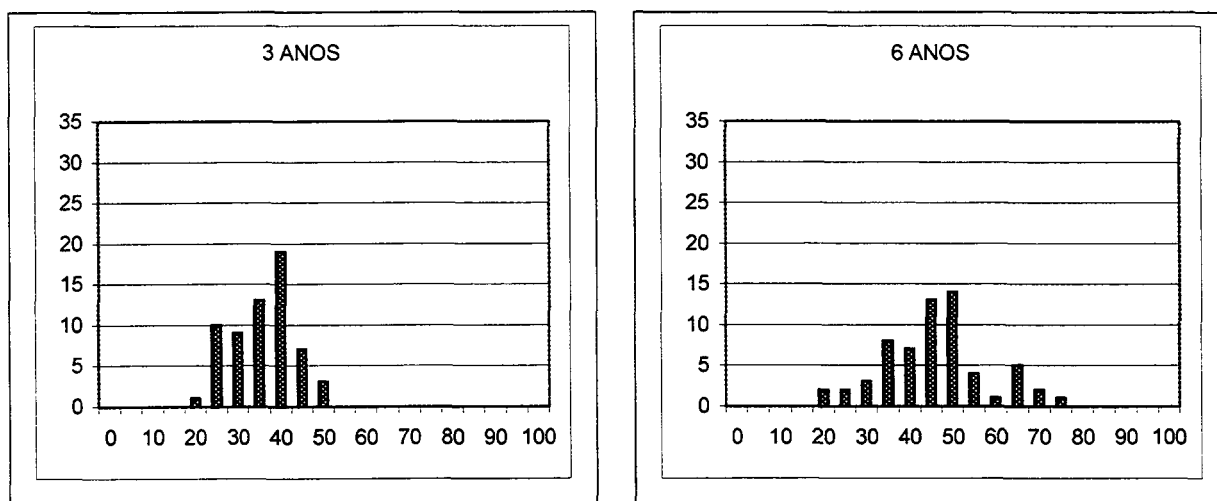
As testemunhas sul-africanas (15087 e 15088, ambas de Natal) e a brasileira (888 - APS Camboatá) tiveram comportamentos diferenciados aos seis anos de idade. Em Cristal, as procedências 888 e 15088 apresentaram desempenho relativo igual a 89% e 81%, respectivamente. O desempenho da 888 foi melhorando com o aumento da idade, enquanto que o da 15088 reduziu 9% do seu desempenho no decorrer da avaliação. A 15087 apresentou desempenho abaixo da média. Entretanto, em Piratini, o comportamento dessa procedência foi inverso, ou seja, seu desempenho relativo foi igual a 81% e das outras duas foram, respectivamente, iguais a 51% e 65%.

Apesar dos indícios de que as condições ambientais de Piratini propiciem maior produtividade, constata-se que os valores genotípicos máximos encontrados, aos seis anos de idade, foram 71,1 cm em Cristal e 68,7 cm em Piratini. Por outro lado, a menor produção encontrada em Piratini é superior a de Cristal. Para explicar esse comportamento diferenciado elaborou-se histogramas (Gráfico 5) com a distribuição dos valores genotípicos nas idades de 3 e 6 anos, em Cristal e Piratini. As melhores condições ambientais de Piratini propiciaram um maior crescimento do SDAP para todas as procedências. Aos três anos, nesse local, a amplitude é

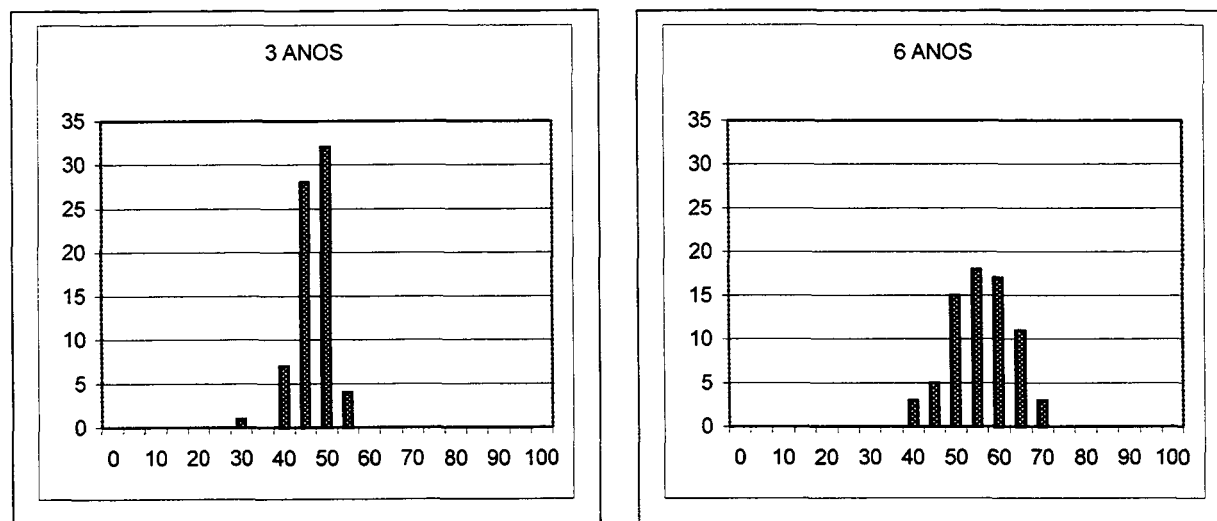
pequena e a frequência em torno da média é alta, ao passo que em Cristal, a amplitude é maior e a frequência mais distribuída entre os intervalos de classes.

GRÁFICO 5.- HISTOGRAMA COM VALORES GENÉTICOS DA SOMA DO DAP DAS PARCELAS DAS PROCEDÊNCIAS AOS TRÊS E SEIS ANOS DE IDADE, EM CRISTAL E PIRATINI, RS

Cristal



Piratini



Aos seis anos de idade o efeito do local na produção do SDAP é acentuado. Em Cristal, a maior amplitude existente dá indícios de que algumas procedências estão se beneficiando da baixa produção de outras. Isso ocorre pelo fato de que as parcelas são lineares. Essa hipótese explica o fato de que os coeficientes de variação experimentais são maiores em Cristal.

Esses comentários reforçam ainda mais a importância do conhecimento prévio do comportamento silvicultural do material a ser testado, da escolha do delineamento experimental e dos objetivos a serem atingidos com a experimentação.

4.2.5 Análise de Variância Conjunta

Na análise de variância conjunta do caráter SDAP foram detectadas diferenças significativas para todas as fontes testadas nas idades de 3 e 6 anos (Tabela 19).

TABELA 19 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DO CARÁTER SOMA DOS DAPS DAS PARCELAS, AOS 3 E 6 ANOS DE IDADE, CONSIDERANDO AS 62 PROGENIES COMUNS AOS DOIS LOCAIS

FONTES DE VARIÇÃO	AOS 3 ANOS		AOS 6 ANOS	
	G.L.	Teste F	G.L.	Teste F
Locais (L)	1	83,68**	1	17,65**
Blocos/Locais	18	3,23**	8	2,48**
Procedências (P)	61	9,10**	61	5,73**
P x L	61	3,33**	61	1,90**
Resíduo	1089		478	

Nota: ** significativo a 99% de probabilidade

Do ponto de vista estatístico, todas as fontes de variação testadas foram significativas a 1% de probabilidade. Ficou comprovado que a diferença entre as Soma dos DAP dos dois locais não é ao acaso.

O valor da correlação genética entre locais, calculado segundo a metodologia proposta por RESENDE; ROSA-PEREZ (1999), é igual a 0,85 aos 3 anos e 0,78 aos 6 anos. Somente 15% e 22% da variação genética total é devido a interação genótipo – ambiente. Diante desses valores, constata-se que, apesar dessa fonte de variação ter sido altamente significativa pelo teste F, não há necessidade de delinear um zoneamento ambiental que contemple programas de melhoramento genético distintos.

4.2.6 Seleção das Procedências

Nos resultados das duas metodologias de seleção utilizadas (Tabela 20) verificou-se que os ganhos estimados foram similares nas duas idades e nos dois

locais.

TABELA 20 - GANHOS ESPERADOS (%) NO CARÁTER SDAP EM ACÁCIA-NEGRA COM A SELEÇÃO DE PROCEDÊNCIAS AUSTRALIANAS EM RELAÇÃO À TESTEMUNHA APS CAMBOATÁ NAS IDADES DE TRÊS E SEIS ANOS

IDADE (ANOS)	CRISTAL		PIRATINI	
	Seis maiores SDAP	Desempenho relativo maior que 80%	Seis maiores SDAP	Desempenho relativo maior que 80%
3	8,0	6,7	11,1	10,4
6	-1,7	-0,6	24,1	23,1

Em função do delineamento experimental utilizado, os resultados desses experimentos, aos três anos idade, poderiam ser considerados como um teste de eliminação ou triagem de procedências (MATHESON, 1990). A seleção de procedências propiciaria o ganho em SDAP de aproximadamente 7% em Cristal e 10% em Piratini. A importância desses resultados não está no aspecto quantitativo e sim na possibilidade de melhoria da produção através da seleção de procedências. Dentre o grupo de procedências mais produtivas as de *Batemans Bay* e *Eden* se destacaram nos dois locais. Em Cristal foram *Cann River Orbost*, *East Lynne*, *Wattle Circle*, *Nowa Nowa*, *Nelligen* e *South Gyppsland* e em Piratini foram *Bega*, *Bodalla* e *Lake George*.

Na possível idade de corte (6 anos) o ganho estimado seria praticamente nulo em Cristal e 23% em Piratini. Essa situação antagônica é devido ao comportamento diferenciado da procedência APS Camboatá. Em Cristal, essa procedência está entre as mais produtivas e em Piratini está em uma classificação intermediária. Outro ponto de destaque é a classificação de mais um diferente lote da procedência *Orbost Cann River* em Cristal e Piratini, confirmando que essa procedência apresenta potencial para as duas regiões. Nessa idade, em Piratini, as procedências *Milton*, *Merimbula* e *Bungedore* também se classificaram.

As procedências *Batemans Bay*, *Eden*, *Nelligen*, *Bega*, *Milton* e *Bodalla* pertencem a região litorânea de NSW. Já *East Lynne*, *Wattle Circle*, *Nowa Nowa*, *South Gyppsland* e *Bungedore*, que foram melhores em Cristal, pertencem a região de altitude intermediária em NSW. Isoladamente, *Cann River Orbost* pertence a região litorânea do Sudeste de Victoria e *Lake George* a região de altitude em NSW. Essa última procedência é reconhecida como sendo uma procedência resistente à geada (DUNLOP, HAGEDORN, 1998).

De acordo com classificação das regiões bioclimáticas australianas onde as acácias-negras ocorrem (BOOTH, 1988), elaborou-se o Gráfico 6 onde é possível visualizar a distribuição das procedências por região de acordo com o desempenho relativo nos dois locais.

Levando-se em consideração a dispersão geográfica da acácia-negra (latitudinal e altitudinal) na Austrália e os resultados experimentais obtidos, pode-se afirmar que as procedências oriundas da região litorânea de *New South Wales* e *Victoria* são as mais indicadas para os plantios no Rio Grande do Sul. Existem também algumas procedências de altitude intermediária que também podem ser utilizadas. Para as condições onde a geada pode ser um fator limitante, HIGA et al. (1999) recomendaram testar procedências de alta altitude.

O caráter SDAP não é de fácil visualização, pois em termos de área as unidades utilizadas são a área basal e o volume por hectare nas suas diferentes formas. Para efeito de exemplificação, os 24,1% de ganhos esperados no caráter SDAP, com a seleção dos maiores valores genéticos das procedências em Piratini, equivalem a 43,2% de ganhos na Soma das Áreas Transversais por parcela e 48,3% de ganhos na Soma de Volumes das árvores por parcela. Essas diferenças são atribuídas à dimensionalidade dos caracteres avaliados.

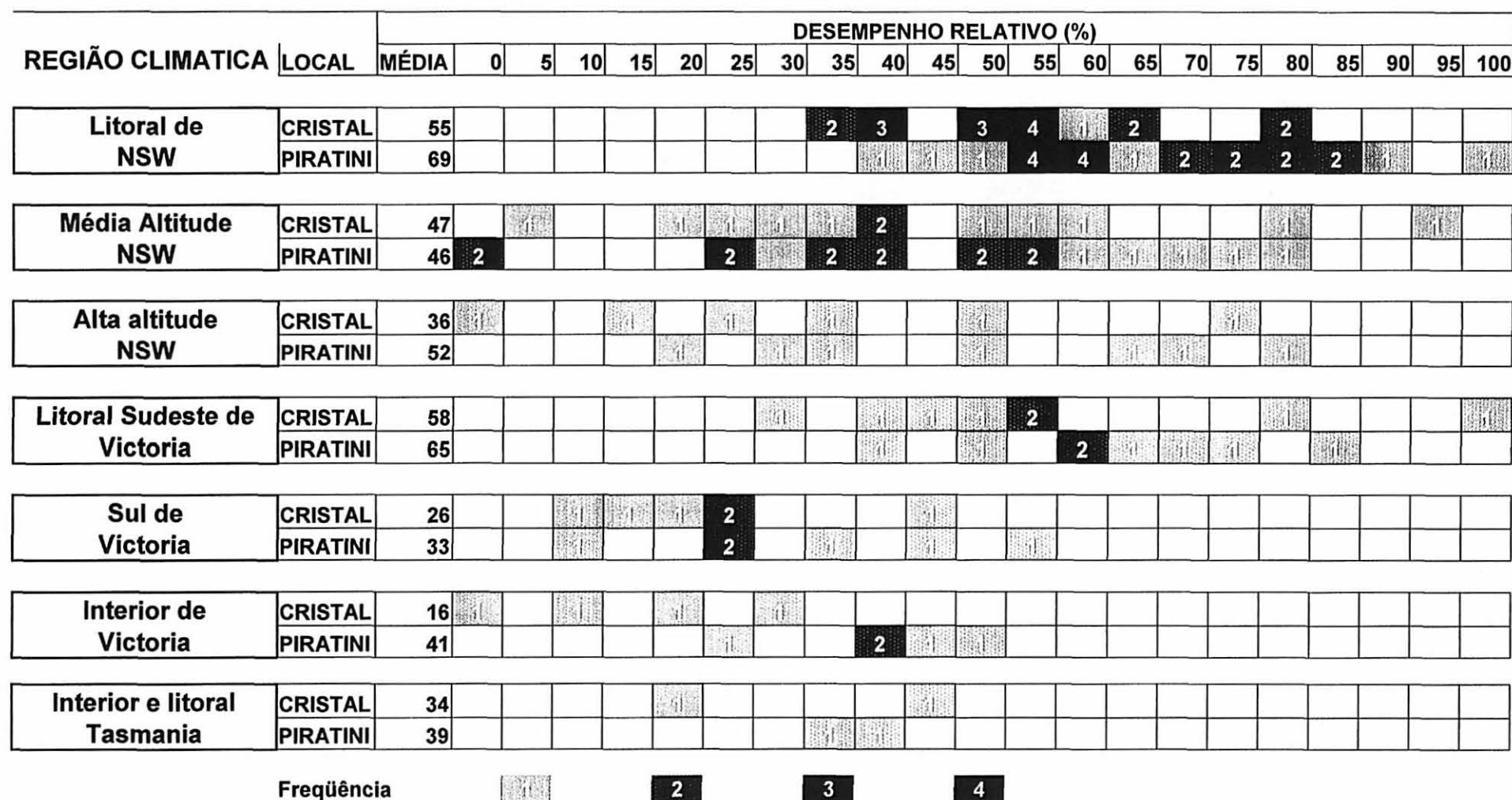
Outro ponto importante a ser considerado é a idade da seleção. Na Tabela 21 estão dispostos os resultados das médias selecionadas em diferentes idades e projetadas para o sexto ano.

TABELA 21 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS VALORES GENOTÍPICOS DO SDAP OBTIDAS COM A SELEÇÃO DAS 6 MAIORES PROCEDÊNCIAS EM DIFERENTES IDADES NOS TESTES DE CRISTAL E PIRATINI, RS

IDADE DA SELEÇÃO (ANOS)	CRISTAL			PIRATINI		
	Média da SDAP projetada para 6 anos	Diferencial		Média da SDAP projetada para 6 anos	Diferencial	
		cm	%		cm	%
2	58,7	6,5	9,9	60,6	4,7	7,1
3	59,0	6,2	9,6	62,4	2,9	4,3
4	63,5	1,7	2,6	64,1	1,8	1,8
5	65,2	0,0	0	65,3	0,0	0
6	65,2	0,0	0	65,3	0,0	0

Admitindo-se que a idade de seleção seja aos 6 anos de idade, a seleção no quarto ano conduz a ganhos similares. Com 2 ou 3 anos, corre-se o risco de perder entre 5 a 10% do ganho total esperado.

GRÁFICO 6. FREQUÊNCIA DE DESEMPENHO RELATIVO DAS PROCEDÊNCIAS POR REGIÃO BIOCLIMÁTICA AUSTRALIANA



4.2.7 Outros Caracteres Avaliados

Os resultados da avaliação genotípica e fenotípica das 20 procedências que apresentaram maiores crescimentos do caráter Soma do DAP são apresentados na Tabela 22.

Tradicionalmente a avaliação do teor de tanino é feita levando-se em consideração a quantidade de tanino existente na casca. Nessa linha de avaliação, pode-se afirmar que, nas populações de árvores amostradas, o percentual médio de tanino produzido em Cristal foi 7,0% superior ao produzido em Piratini.

No mesmo sentido, os percentuais médios dos caracteres forma das árvores e espessura dos galhos apresentaram maiores médias em Cristal. Essa superioridade pode ser atribuída a menores temperaturas mínimas existentes na região de Piratini.

A variação existente entre as médias das procedências induz a pensar na possibilidade de seleção entre procedências. Entretanto, para os três caracteres avaliados os valores de herdabilidade entre procedências foram quase nulos, inviabilizando qualquer tipo de seleção. Admitindo-se que a metodologia utilizada e a amostragem efetuada nessas procedências previamente selecionadas sejam satisfatórias, constata-se que não há necessidade de se efetuar a seleção em nível de procedência para os caracteres teor de tanino, forma das árvores e espessura de galhos.

TABELA 22 - VALORES FENOTÍPICOS (VF) E GENOTÍPICOS (VG) DOS CARACTERES TANINO, FORMA DO TRONCO E GALHOS DAS 20 PROCEDÊNCIAS NOS TESTES DE CRISTAL E PIRATINI AOS 5,5 ANOS DE IDADE

CRISTAL	TANINO		FORMA		GALHOS	
	VF	VG	VF	VG	VF	VG
888	28.3	27.5	0.70	0.85	0.80	0.66
14928	25.0	27.5	0.90	0.85	0.80	0.66
15088	27.1	27.5	0.90	0.85	0.70	0.64
15850	28.6	27.5	0.90	0.85	0.40	0.56
15925	27.9	27.5	0.80	0.85	0.50	0.58
16247	27.4	27.5	0.80	0.85	0.70	0.64
16258	27.7	27.5	0.90	0.85	0.40	0.56
16265	26.6	27.5	0.90	0.85	0.30	0.53
16377	28.3	27.5	0.90	0.85	0.60	0.61
16380	28.3	27.5	0.90	0.85	0.40	0.56
16621	26.9	27.5	0.67	0.85	0.50	0.58
16625	27.4	27.5	0.90	0.85	0.50	0.58
16973	27.8	27.5	0.80	0.85	0.60	0.61
17235	27.2	27.5	0.80	0.85	0.90	0.69
17932	27.5	27.5	1.00	0.85	0.50	0.58
17933	27.3	27.5	0.80	0.85	0.90	0.69
17934	29.1	27.5	1.00	0.85	0.80	0.66
17935	26.8	27.5	0.60	0.85	0.50	0.58
143981	26.9	27.5	1.00	0.85	0.80	0.66
143982	28.0	27.5	0.80	0.85	0.60	0.61
Média	27.5		0.85		0.61	
$h^2(\%)$	0.0		0.0		3.9	
$\sigma(h^2\%)$	0.4		0.4		7.9	

PIRATINI	TANINO		FORMA		GALHOS	
	VF	VG	VF	VG	VF	VG
14928	24.3	25.7	0.50	0.67	0.40	0.41
15087	25.5	25.7	0.60	0.67	0.40	0.41
15088	26.6	25.6	0.90	0.67	0.70	0.49
15850	25.0	25.7	0.40	0.67	0.30	0.39
16247	27.2	25.6	0.50	0.67	0.20	0.37
16257	26.5	25.7	0.60	0.67	0.40	0.41
16265	25.4	25.7	0.60	0.67	0.30	0.39
16374	24.6	25.7	0.70	0.67	0.60	0.46
16973	25.5	25.7	0.70	0.67	0.00	0.32
17233	26.2	25.7	0.60	0.67	0.70	0.49
17235	26.4	25.7	0.80	0.67	0.60	0.46
17935	23.7	25.7	0.60	0.67	0.30	0.39
17936	25.3	25.7	0.70	0.67	0.40	0.41
143951	24.5	25.7	0.63	0.67	0.38	0.41
143952	25.1	25.7	0.90	0.67	0.40	0.41
143971	26.0	25.7	1.00	0.67	0.50	0.44
143972	26.1	25.7	0.60	0.67	0.30	0.39
143981	26.7	25.6	0.70	0.67	0.40	0.41
143982	25.4	25.7	0.70	0.67	0.70	0.49
149241	27.1	25.6	0.60	0.67	0.40	0.41
Média	25.7		0.67		0.42	
$h^2(\%)$	0.3		0.0		3.1	
$\sigma(h^2\%)$	2.2		0.4		7.1	

4.3 TESTES DE PROGENIES DE SEGUNDA GERAÇÃO

4.3.1 Crescimento Médio Anual

Nas observações de campo, esses dois experimentos se destacam dos demais plantios de acácia-negra, pois desde o seu início apresentaram alta sobrevivência, maior crescimento e menor variação volumétrica entre árvores. Esse tipo de comportamento pode ser atribuído à eficácia das duas seleções (primeiramente nos plantios e, posteriormente, no teste de progênie) já realizadas.

O bloco 1 do teste de progênie de Piratini foi afetado com os fortes ventos ocorridos em 1998, causando, naquela oportunidade, a queda de 7,8% das árvores existentes no bloco. Em função do número reduzido de repetições, do fato da unidade de seleção ser a árvore e não a genitora (parcela) e da metodologia de análise, optou-se pela manutenção dos dados desse bloco nas análises.

As médias de altura, DAP, sobrevivência e árvores utilizáveis, nas idades de 1 a 6 anos, dos dois testes de progênes são apresentadas na Tabela 23.

TABELA 23 - MÉDIAS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO, NAS DIFERENTES IDADES, DOS CARACTERES ALTURA, DAP E ÁRVORES UTILIZÁVEIS NOS TESTES DE PROGENIES EM CRISTAL E PIRATINI, RS.

Idade (anos)	CRISTAL					PIRATINI				
	Altura (m)		DAP (cm)		Úteis (%)	Altura (m)		DAP (cm)		Úteis (%)
	Média	C.V.%	Média	C.V.%		Média	C.V.%	Média	C.V.%	
1	3,1	26,5	...	...	90,5	3,7	22,5	...	...	95,7
2	7,4	15,3	6,5	26,9	88,6	8,6	13,0	7,3	19,7	93,2
3	11,6	10,0	9,0	22,4	81,4	12,3	8,1	9,4	18,7	90,5
4	14,0	8,6	10,6	20,3	78,1	13,9	12,8	10,8	21,5	81,3
5	14,8	11,7	11,4	22,2	76,7	15,6	12,6	11,5	22,6	82,1
6	15,4	12,9	12,3	23,8	75,2	16,0	13,8	12,3	22,8	77,2

FONTE: O autor

NOTA: porcentagem de árvores úteis foi medida a partir do terceiro ano

Nos primeiros anos, as médias dos três caracteres foram maiores em Piratini. Com o decorrer do tempo, elas tenderam a serem similares nos dois locais. O ritmo de crescimento em altura e DAP são similares nos dois locais. Em função das seleções efetuadas, os coeficientes de variação das médias são menores (maior homogeneidade entre árvores) do que os encontrados nos testes de procedências. Entretanto, mantêm a mesma tendência no decorrer do tempo, ou seja, redução no caráter altura e estável no caráter DAP. Para as condições do Rio Grande do Sul, na

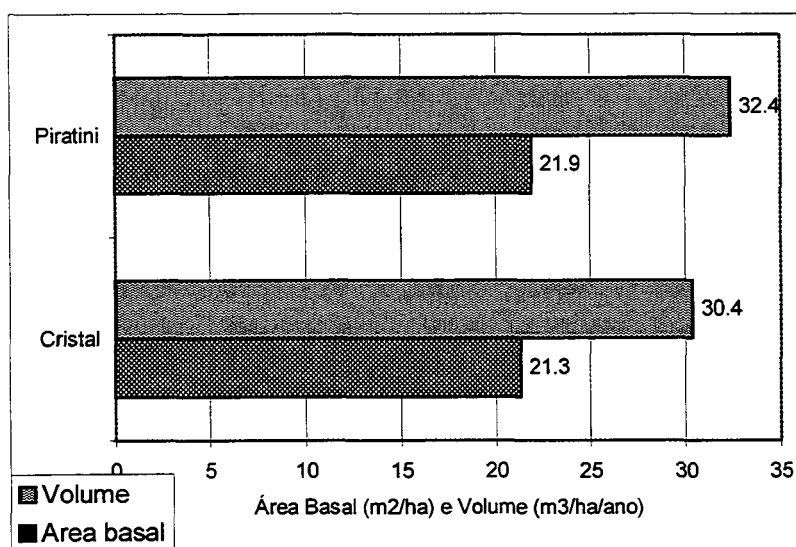
idade de 6 anos, as médias obtidas de altura e DAP são menores do que as apresentadas na Tabela 2 e similares as apresentadas nas Tabelas 3 e 10.

A porcentagem de árvores úteis decresceu em função da idade. Foi similar nos dois locais e aproximadamente 20% acima do percentual preconizado por TONETTO; STEIN (1997) e diferente dos valores estimados nos testes de procedências. Uma possível explicação pode ser atribuída a hipótese apresentada por CHAMBERS; BORRALHO; POTTS (1996) onde a seleção de genótipos superiores em crescimento também propicia uma maior habilidade para sobreviver. Historicamente, essas progênies são oriundas de duas seleções efetuadas em locais da região da Depressão Central, cujos solos são arenosos e de baixa fertilidade.

4.3.2 Produtividade de Madeira aos Seis Anos

A área basal por hectare e a produtividade volumétrica estimada para cada um dos experimentos é apresentada no Gráfico 7. Foram consideradas utilizáveis 1038 árvores em Piratini e 614 árvores em Cristal existentes em 4 blocos, representando uma área de, respectivamente, 0,60 e 0,37 hectares.

GRÁFICO 7 - ÁREA BASAL E PRODUTIVIDADE VOLUMÉTRICA, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DOS TESTES DE PROGÊNIES DE SEGUNDA GERAÇÃO, EM PIRATINI E CRISTAL, RS



Para efeito de comparação, a produtividade estimada para Piratini, considerando somente três blocos, seria de $35,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, com o percentual de

árvores utilizáveis igual a 86,5%. Nessa situação, há um acréscimo de $2,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e 9,3% no percentual de árvores aproveitáveis.

Os valores estimados de produtividade para esses dois experimentos são comparáveis ao melhor resultado já divulgado na literatura (Tabela 2) e também similar ao estimado na curva de crescimento proposta por SCHNEIDER et al. (2000). Apesar de serem espaçamentos diferentes, as áreas basais estimadas nos dois experimentos são maiores do que a apresentada por esse autor. Mesmo com um número menor de árvores por hectare, o crescimento individual das árvores nos experimentos foi maior do que o normalmente esperado para essa idade.

A produtividade em Piratini foi somente 6,6% superior a obtida em Cristal. Se for considerada a estimativa oriunda de três blocos essa superioridade passaria a ser 15,5%. A surpresa positiva é a produtividade em Cristal, bem superior aos resultados obtidos em plantios comerciais. Entretanto, no campo, é notório que a competição entre árvores em Cristal é muito mais acirrada e no sétimo ou oitavo ano deverá ocorrer acentuada competição, devendo reduzir o número de árvores utilizáveis.

Comparando a produtividade dos testes de progênes com os dos testes de procedências, encontrou-se respostas diferenciadas. Em Piratini a superioridade foi de 2,8%, enquanto que em Cristal foi de 52,7%. Nesse caso, as condições ambientais (principalmente a menor fertilidade dos solos) em Cristal pode ser considerada como um fator seletivo para algumas procedências.

4.3.3 Avaliação das Progênes de Segunda Geração

Diferentemente dos estudos de procedência, nos testes de progênes as unidades de seleção podem ter dois focos: o valor individual da árvore e o valor da média da família. Nos resultados apresentados nos próximos tópicos o alvo de seleção é a árvore existente dentro da parcela, bloco e integrante de uma família oriunda de uma genitora e progenitora conhecida. Nos testes de progênes de segunda geração, todas essas informações devem ser levadas em conta. Sendo assim, procurou-se utilizar todos os recursos existentes (hierárquicos, estatísticos e metodológicos) com o intuito de obter as informações mais precisas possíveis sobre os valores individuais das árvores nos diferentes caracteres.

4.3.3.1 Avaliação do DAP aos 6 anos

Desde a sua instalação esses testes apresentavam desbalanceamento do número de parcelas. Com o decorrer do tempo, essa situação também ocorreu dentro de parcelas. Para contornar essas restrições as análises foram efetuadas com o software MTFDREML. Analisou-se os dados de DAP, aos seis anos de idade, de 1038 árvores em Piratini e 614 em Cristal, pertencentes a 74 e 36 progênes, respectivamente. Os resultados são apresentados na Tabela 24.

TABELA 24 - PARÂMETROS GENÉTICOS DO CARÁTER DAP, AOS 6 ANOS, ESTIMADOS EM TESTES DE PROGENIES INSTALADOS EM PIRATINI E CRISTAL, RS

PARÂMETROS	PIRATINI	CRISTAL
Média geral (cm)	12,33	12,29
Coefficiente de Variação (%)	22,8	23,8
Herdabilidade sentido restrito	0,10	0,07
Desvio-padrão da herdabilidade	0,05	0,06
Coefficiente correlação intraclasse	0,00	0,00

Considerando a idade de 6 anos, constata-se que a média do DAP está dentro do esperado, segundo a curva de crescimento apresentada por SCHNEIDER et al. (2000).

As estimativas de herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduos para o caráter DAP nos dois locais são classificadas como muito baixas segundo o conceito de eficiência da seleção fenotípica (VENCOVSKY, 1977). O valor estimado para o DAP foi similar ao estimado por RESENDE et al. (1991) quando analisou o teste de progênes na primeira geração e o citado por LI (1997).

Em testes combinados de procedências e progênes instalados no Brasil e na China, estimativas da herdabilidade individual para o DAP da acácia-negra variaram entre 29% e 37% (GAO; LI; WILLIAMS, 1991 e RESENDE et al., 1992), com média igual a 33%. Analisando um teste combinado de 5 procedências e 46 progênes de acácia-negra, RESENDE et al. (2000) concluíram que a herdabilidade no sentido restrito do caráter DAP, aos 3 anos de idade, era igual a 0,30.

Quando se analisa um teste de acácia-negra com progênes pertencentes a várias procedências, a estimativa da herdabilidade no sentido restrito do caráter DAP pode apresentar valores maiores, pois, dependendo do modelo matemático utilizado, pode conter os efeitos da procedência e da própria árvore. Outro fato é que quando

se considera a variação genética como efeito fixo, a relação entre a variação genética e a fenotípica recebe o nome de coeficiente de determinação genotípica (KALIL FILHO; PIRES; SOUZA, 1983), diferindo do conceito de herdabilidade.

Do exposto, pode-se concluir que os valores de herdabilidade dependem da população na qual está sendo feita a inferência e do modelo estatístico adotado. Nos testes combinados o valor não representa a população onde as sementes foram colhidas e sim aonde elas serão selecionadas.

Em função dos baixos valores de herdabilidade e do pequeno número de árvores avaliadas, os valores dos desvios da herdabilidade foram altos. RESENDE (2002) cita que desvios padrões da ordem de até 20% do valor verdadeiro da herdabilidade seriam desejáveis para uso na predição de valores genéticos. RESENDE et al. (2000) comentam que para uma precisa estimação da herdabilidade no sentido restrito, recomenda-se o tamanho amostral de 8000 árvores para herdabilidades iguais a 0,1.

O coeficiente de correlação intraclasse (que expressa a variação ambiental entre parcelas dentro dos blocos) do caráter DAP esteve dentro dos valores aceitáveis (em torno de 10%), segundo o conceito proposto por RESENDE (2002).

No que diz respeito ao ganho genético esperado no caráter DAP, a seleção de 10% das maiores árvores, propicia a melhoria de 3,2% em Cristal e 4,4% em Piratini. Esses ganhos podem ser menores, pois não contemplam a correção do possível efeito da endogamia na nova geração de cruzamento. Segundo RESENDE et al. (1991), na primeira geração foi estimado o ganho de 3,5% para o caráter DAP, aos 3 anos de idade. Apesar de terem sido estimados por diferentes metodologias, os ganhos são pequenos e similares nos dois ciclos de seleção.

Quatro pontos importantes devem ser considerados na expectativa de ganhos no DAP estimados nesses dois locais. Em primeiro lugar, admitiu-se uma intensidade de seleção igual a 10% e não levando em consideração o número de árvores disponíveis para o novo ciclo. Em segundo, a idade de seleção, pois conforme demonstrado, com o aumento da mesma, a lotação por hectare reduz, propiciando diferentes e irregulares espaçamentos por árvore. Em terceiro, o fato de existir correlação positiva entre o DAP e o espaçamento, ou seja, árvores que tiveram maior espaçamento durante o transcorrer do tempo podem ter sido

beneficiadas e, por último, as perdas devido a interação genótipo por ambiente dentro do próprio local.

4.3.3.2 Correlações entre caracteres

Nos dias atuais, quando se pensa em matéria-prima de acácia-negra para celulose, deseja-se plantar árvores que produzam maior quantidade de matéria-seca ou celulose por unidade de área e tempo. Por outro lado, também continua o desejo de aumentar a produção de toneladas de tanino por hectare. Considerando essas duas situações, estimou-se os possíveis ganhos genéticos a serem obtidos com a seleção dos caracteres peso da árvore sem casca (PASC) e quilos de tanino (KTA) no teste de progênie de Piratini, aos 5 anos de idade.

Mesmo ciente de que a idade não é a mesma que se pratica o corte das árvores e de que a amostragem foi feita somente com as árvores que seriam desbastadas, acredita-se que as inferências terão validade, pois o foco dessa análise é verificar o grau de correlação entre os diversos caracteres avaliados.

Em função do desbalanceamento existente entre e dentro de parcelas, a análise foi feita utilizando-se o software MTFDREML. Ao todo foram avaliadas 522 árvores oriundas de 68 progênies, plantadas em 6 blocos. Os resultados são apresentados na tabela 25.

TABELA 25 - MÉDIAS, COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DAS MÉDIAS, HERDABILIDADES EM NÍVEL INDIVIDUAL, E COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DOS VALORES GENÉTICOS ADITIVOS DE SEIS CARACTERES ESTIMADOS NO TESTE DE PROGENIE DE PIRATINI, AOS 5 ANOS DE IDADE

PARÂMETROS E CARACTERES	DAP (cm)	DB (g/cm ³)	VSC (m ³ /árv)	PASC (kg/árv)	TAN (%)	KTA (kg/árv)
Média geral	12,43	0,560	0,093	51,9	27,0	4,18
Coefficiente de variação (%)	10,9	7,7	24,9	25,8	11,1	27,8
Herdabilidade sentido restrito (%)	0,08	0,21	0,09	0,12	0,17	0,11
Desvio-padrão da herdabilidade	0,07	0,11	0,07	0,08	0,10	0,08
Coefficiente de correlação intraclasses	0,13	0,25	0,46	0,10	0,07	0,33
Correlações entre Vg das árvores:						
DAP – diâmetro a altura do peito	1,00	0,06	0,93	0,94	0,09	0,88
DB – densidade básica média		1,00	0,07	0,37	0,23	0,12
VSC – volume sem casca			1,00	0,88	0,12	0,85
PASC – peso da árvore sem casca				1,00	0,18	0,87
TAN – tanino					1,00	0,46
KTA – quilos de tanino por árvore						1,00

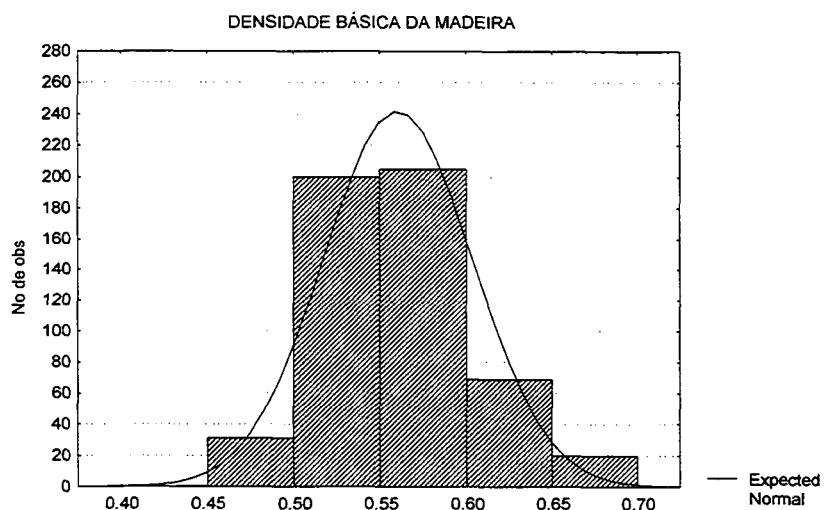
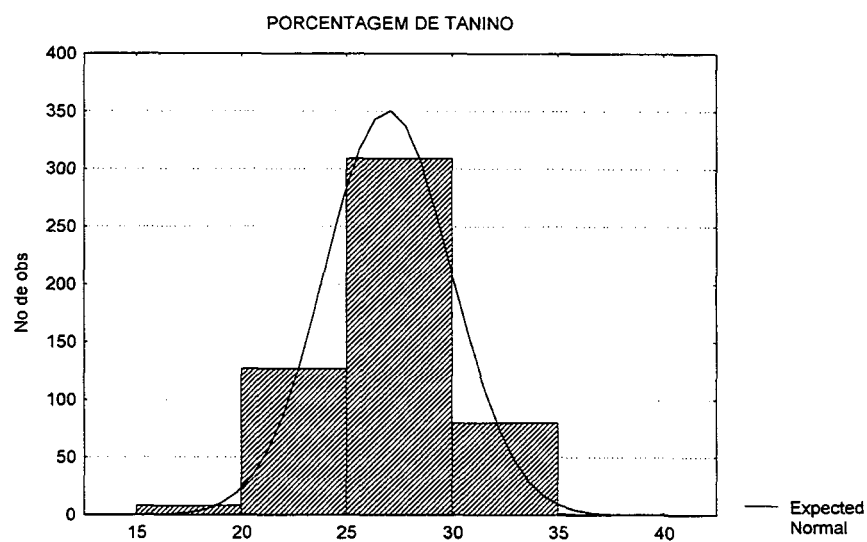
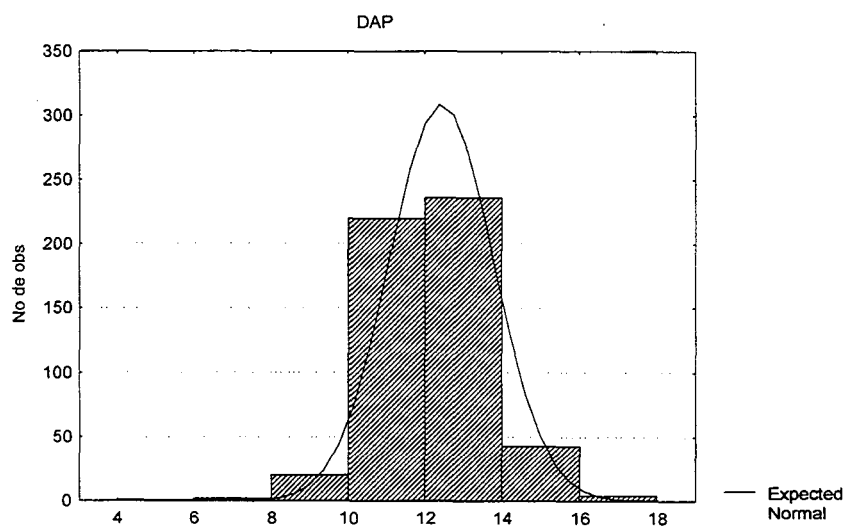
Considerando a idade de 5 anos, constata-se que a média do DAP está acima do esperado, segundo a curva de crescimento apresentada por SCHNEIDER et al. (2000) e acima do valor estimado para o experimento em Cristal. A média da densidade básica é 10% menor e a média do teor de tanino é igual ao esperado aos sete anos de idade nos plantios comerciais no Rio Grande do Sul.

Considerando as informações de OLIVEIRA (1968), RECH; PEREIRA; FREITAS (1980) e estimando o provável volume individual das árvores em plantações constata-se que as médias do volume e do peso da árvore sem casca são próximas ao valor esperado aos sete anos de idade. Em função da falta de informação admitiu-se que em um hectare são produzidas 15 t de casca, que o teor médio de tanino é 27%, que se colhe 1200 árvores. Com isso a expectativa de produção de tanino por árvore é de 3,4 kg, valor menor ao encontrado no experimento.

Os coeficientes de variação dos três caracteres mensurados são baixos. A variação existente nesses caracteres é visualizada no Gráfico 8. O que chama atenção é o fato de que no caráter DAP o valor encontrado é menor do que o encontrado no item 4.3.3.1. Isso é reflexo da amostragem efetuada, uma vez que árvores com diâmetros menores que 7 cm não são destinadas à produção de cavacos e sim para lenha.

A superioridade ou inferioridade da média de um caráter deve ser utilizada com cautela. A média de um caráter depende do critério de medição utilizado. Caracteres compostos (aqueles que são calculados através de equações cuja função depende de dois ou mais caracteres) estão sujeitos a estimativas que podem não condizer com a realidade. Por exemplo, SILVA; SCHNEIDER (1979) apresentaram uma única equação que representava três populações com idades de 3,5 a 7,5 anos. Essa equação foi utilizada por MAESTRI (1992), KLEIN et al. (1992), SCHNEIDER et al. (2000) e também foi utilizada para estimar o volume das árvores nesse trabalho. Entretanto, sabe-se que a qualidade das plantações vem evoluindo, ou seja, a partir de 1984 começaram a utilizar sementes de APS, preparar e adubar o solo, adotar espaçamentos maiores etc. As árvores nesses testes de progênies, quando comparados com as existentes nos plantios comerciais, apresentavam melhor forma do tronco, maior homogeneidade e maior sobrevivência.

GRÁFICO 8 - HISTOGRAMAS DOS CARACTERES DAP, DENSIDADE BÁSICA E TEOR DE TANINO DAS 522 ÁRVORES MENSURADAS EM PIRATINI, AOS 5 ANOS DE IDADE



Segundo BORSATO; HIGA; MORA (1999) o ideal para a seleção de árvores com base em dados de volume é que estes sejam estimados partindo-se de cubagens rigorosas para cada progênie, procedência ou unidade de seleção considerada. MORA et al. (2000) detectaram diferenças significativas entre progênies para o caráter fator de forma de acácia-negra, aos 4 anos de idade.

Os caracteres compostos apresentaram maior coeficiente de variação. Essa maior variação é atribuída ao fato da dimensionalidade do caráter (HOULE, 1992). O volume, por exemplo, é apresentado em uma unidade cúbica, enquanto que o DAP é em uma unidade linear.

Ciente de que a densidade básica e o teor de tanino são influenciados pelo fator idade, acredita-se que aumentos das médias desses caracteres (e dos demais que são dependentes destes) serão obtidos aos sete anos de idade. Esse aspecto reforça a idéia da importância do conhecimento da curva de crescimento para cada um dos caracteres e o conseqüente planejamento da idade corte das árvores.

As estimativas de herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduos para os caracteres DAP e VSC foram muito baixas, enquanto que as demais foram consideradas baixas. A herdabilidade para teor de tanino é aquém dos valores citados por WRIGHT (1976), RESENDE et al. (1991) e LI (1997) e para a densidade básica os valores estimados estão abaixo das expectativas citadas por KAGEYAMA (1979), quando analisou esse caráter para a maioria das espécies florestais.

As variações existentes nas estimativas de herdabilidade de um caráter são plausíveis, pois elas representam as diferentes populações, sistemas de cruzamento, metodologias de estimação, idade de avaliação e acurácias das mesmas. No caso específico da acácia-negra a variação da herdabilidade em função da idade deve ser considerada. Na fase jovem (até os 3 anos) a competição entre árvores não é intensa e a sobrevivência entre e dentro de progênies não é diferenciada, ou seja, tem menor variação ambiental.

Como no item anterior, os valores dos desvios da herdabilidade foram altos. Já o coeficiente de correlação intraclasse dos caracteres DAP, PASC e TAN estiveram dentro dos valores aceitáveis (RESENDE, 2002).

As correlações genéticas têm sido estimadas através das covariâncias genéticas e aditivas obtidas por diversos métodos. Em função da determinação dos valores genéticos individuais, optou-se pela apresentação da correlação entre

caracteres utilizando-se os valores genéticos das 522 árvores.

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão da baixa herdabilidade e/ou problemas de medição e identificação (CRUZ; REGAZZI, 1997). Nesse sentido, analisando as correlações entre os três caracteres simples (DAP, DB e TAN) constata-se que as mesmas são baixas e tendem a nulidade. RESENDE et al. (1991) encontraram correlações genéticas negativas de baixas magnitudes entre DAP e TAN.

Já os caracteres compostos (VSC, PASC e KTA) são altamente correlacionados entre si e em baixa magnitude com DB e TAN. Denota-se que a ponderação do peso da densidade básica na obtenção do caráter PASC e do teor de tanino no caráter KTA influenciam muito pouco, prevalecendo, como mais importante, o volume da árvore no resultado final. Outra comprovação desse fato é apresentada por SCHNEIDER et al. (1999) que elaborou uma equação que estima a produção de tanino por árvore em função do DAP e altura e do espaço médio entre árvores.

A alta correlação entre o DAP e VSC é justificada pela metodologia de obtenção dos valores do VSC. CASTRO (1992), após análise de vários resultados de testes de progênies de eucaliptos, argumentou que em função da alta e positiva correlação entre DAP, altura e volume poder-se-ia utilizar o DAP como caráter mais apropriado para representar o crescimento. É de fácil medição e os seus valores são mais precisos do que a altura. Para a maioria das espécies florestais, o DAP é altamente influenciado pelo espaçamento inicial de plantio. No caso específico da acácia-negra, resultados obtidos por POSENATO (1977), KLEIN et al. (1992), ZHENG et al. (1994) e SCHNEIDER et al. (2000) indicam essa tendência. Em função dessas informações, o espaço útil de cada árvore é um fator ambiental que também deve ser controlado.

Quando dois caracteres apresentam correlação genética favorável é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta no outro. Na Tabela 26 é possível verificar as estimativas de ganhos (%) diretos e indiretos a serem obtidos selecionando-se 10% das árvores, com base nos seus respectivos valores genéticos aditivos preditos.

TABELA 26 - GANHOS GENÉTICOS (%) DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS COM A SELEÇÃO DE 10 % DOS MELHORES VALORES GENÉTICOS

SELEÇÃO NO CARÁTER	GANHOS GENÉTICOS EM PORCENTAGEM					
	DAP	DENS	VSC	PASC	TAN	KTA
DAP	1,6	0,2	5,0	5,9	1,0	5,7
DB	0,2	3,5	0,9	2,8	0,5	5,8
VSC	1,5	0,1	5,4	5,5	0,8	5,7
PASC	1,5	0,9	4,8	6,1	0,9	5,3
TAN	0,2	0,6	0,7	1,1	3,5	2,7
KTA	1,5	0,3	4,6	5,5	1,8	5,0

Notas: 1. ganhos estimados sem considerar a correção de possível efeito da endogamia na nova geração de cruzamento

2. valores situados na diagonal equivalem a ganhos esperados com a seleção direta

Tendo como base a população de 522 árvores, a intensidade de seleção de 10% e a não consideração da correção de possível efeito da endogamia, o maior ganho esperado é para o caráter PASC. Em função da alta correlação genética existente, ganho de similar proporção também é esperado para o caráter KTA.

Em função da baixa herdabilidade e da amostragem efetuada, o ganho genético esperado para o DAP é baixo e praticamente não haverá alteração da média no novo plantio com as sementes das árvores selecionadas. Mesmo assim, propiciaria ganhos em torno de 5% para os caracteres PASC e KTA.

4.3.3.3 Metodologias de análise

Para comparação das possíveis análises, utilizou-se os dados de DAP, de 29 progênies, aos 6 anos de idade, do teste instalado em Cristal. Das 694 mudas plantadas, mediu-se 539 árvores (77,6% de árvores utilizáveis).

Do ponto de vista de balanceamento, todas as progênies estavam presentes nos quatro blocos. Já dentro das parcelas o desbalanceamento foi acentuado, existindo variação de 1 a 4 árvores por parcela.

Na análise de variância tradicional (Tabela 27), efetuada com o software SELEGEN, não foi detectada diferença estatística (95% de probabilidade) entre as progênies testadas. A média geral do DAP das progênies foi igual a 12,30 cm e o coeficiente de variação experimental igual a 10,9%.

A melhor progênie apresentou média do DAP igual a 13,39 cm e a pior 10,49 cm. *A priori*, essas diferenças entre progênies não são devidas a efeitos genéticos (teste F não significativo). As herdabilidades dos efeitos de progênies e de indivíduo no bloco, com os seus desvios, foram iguais a $0,33 \pm 0,14$ e $0,08 \pm 0,07$,

respectivamente.

TABELA 27 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE F PARA O CARÁTER DAP, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DO TESTE DE PROGÊNIE INSTALADO EM CRISTAL, RS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO	TESTE F	SIGNIFICÂNCIA
Blocos	3	2.50513	1.39523	0,24886
Progênes	28	2.51347	1.39987	0,12207
Resíduo	84	1.79550		

No teste de progênie instalado com as progenitoras, RESENDE et al. (1991) estimaram para o DAP a herdabilidade 0,49 para progênes e 0,11 para indivíduo no bloco. Apesar do número de progênes ser muito diferente (92 versus 29), constatou-se que a herdabilidade do caráter é baixa.

O maior problema encontrado na utilização da análise de variância é a restrição para a obtenção dos acurados valores genéticos aditivos das genitoras e das árvores, pois não levam em consideração o grau de parentesco (progenitora – genitora – árvore) existentes nas progênes e o desbalanceamento existente. Na análise com modelos mistos esses problemas são contornados. Assim sendo, a mesma foi utilizada para na comparação de duas metodologias de análise (com e sem ajuste do DAP em função do número de árvores ao seu redor). Utilizando-se o software MTDFREML obteve-se os resultados que são apresentados na Tabela 28.

TABELA 28 - ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA, PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS SEM E COM AJUSTE DO DAP EM FUNÇÃO DA COMPETIÇÃO ENTRE ÁRVORES AOS 6 ANOS

PARÂMETROS	SEM AJUSTE	COM AJUSTE AO NÚMERO DE ÁRVORES VIZINHAS
Média geral do DAP (cm)	12,28	11,92
Coefficiente de Variação (%)	24,5	24,7
Herdabilidade sentido restrito	0,07	0,03
Desvio-padrão da herdabilidade	0,06	0,04
Coefficiente correlação intraclasse	0,07	0,00
Coefficiente de regressão	...	-0,200

Em primeiro lugar constata-se que os valores estimados não diferiram das estimativas efetuadas utilizando-se a análise de variância tradicional. Isso se deve ao fato de que a sobrevivência média do experimento é razoável e similar ao valor apresentado por OLIVEIRA et al. (1990).

Utilizando-se a metodologia preconizada por RESENDE (1999a) constatou-se que árvores se beneficiariam em maior ou menor intensidade em função da

ausência de árvores ao seu redor. Com o ajuste do DAP houve uma redução dos valores individuais e, conseqüentemente, na média geral do experimento. Com o ajuste houve uma redução na estimativa da herdabilidade. MAGNUSSEN (1993) ressalta que a competição entre árvores é um dos fatores que contribuem para aumento das estimativas de variâncias em experimentos. O que, a princípio, era atribuído somente a efeitos genéticos, após o ajuste, constatou-se que parte dele era efeito ambiental.

Na tabela 29 estão expostos os valores fenotípicos e genéticos estimados para as genitoras, segundo a metodologia que os mesmos foram obtidos.

TABELA 29 - MÉDIAS FENOTÍPICAS E VALORES GENÉTICOS ESTIMADOS DO DAP, AOS SEIS ANOS DE IDADE, DAS PROGÊNIES DE ACÁCIA-NEGRA PLANTADAS EM CRISTAL, RS

Genitoras	Valor fenotípico (ANOVA SELEGEN)	Valor Genético Sem pedigree (SELEGEN)	Valor Genético Com pedigree (MME)	Valor Genético Com pedigree e ajuste (MME)
3613	11.1	11.6	11.8	11.8
3625	12.8	12.6	12.4	12.0
7245	10.6	11.4	11.6	11.7
10215	13.0	12.7	12.4	12.0
10247	12.3	12.3	12.3	11.9
23147	12.4	12.3	12.3	12.0
28018	12.7	12.5	12.4	12.0
38247	13.1	12.8	12.6	12.0
40312	12.1	12.2	12.3	12.0
40348	12.9	12.6	12.5	12.0
40516	11.7	12.0	12.2	11.9
44514	11.7	12.0	12.1	11.9
44516	12.0	12.1	12.3	12.0
49241	13.1	12.8	12.5	12.0
51814	11.0	11.6	11.7	11.8
78211	13.4	12.9	12.7	12.1
82048	12.7	12.5	12.4	12.0
82642	13.0	12.7	12.6	12.0
85012	10.5	11.3	11.6	11.7
85212	12.0	12.1	12.3	12.0
85216	13.3	12.9	12.7	12.1
85716	11.4	11.8	11.9	11.8
86447	11.9	12.1	12.1	11.9
95516	13.1	12.8	12.6	12.1
97612	12.4	12.3	12.4	12.0
98612	12.8	12.6	12.5	12.0
100917	12.5	12.4	12.4	12.0
100958	12.6	12.5	12.4	12.0
104517	12.4	12.4	12.3	12.0
Média	12.3	12.3	12,3	11,9

Comparando-se as médias das genitoras observa-se que os valores fenotípicos induzem a concluir que existe variação entre as árvores. A utilização de metodologias estatísticas mais sofisticadas (modelos mistos) propiciou um pequeníssimo ajuste da estimativa do valor genético da genitora. Já o ajuste do DAP foi eficaz e reduziu a variação entre as genitoras, mostrando a inviabilidade da seleção e ganhos nessa unidade de seleção.

Utilizando-se o mesmo critério de seleção para árvores, ou seja, 10% dos maiores valores genéticos aditivos, o ganho esperado é de 1,4%. Com esse ajuste, houve uma redução de 1,8% no ganho estimado sem o ajuste. Com esses resultados pode-se inferir que os ganhos estimados nos itens anteriores estão muito mais superestimados.

4.4 PRODUÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS

As ações propostas a seguir visam aumentar a produção de sementes para a utilização imediata em plantios comerciais e também contribuir para a continuidade do melhoramento genético da *A. meamsii* no Brasil. Para tanto, considerou-se que na acácia-negra:

- a) O crescimento em altura é rápido até o quarto ano e depois tende a se estabilizar,
- b) A seleção para crescimento também é eficaz se efetuada na metade do seu ciclo, ou seja, de 3 a 4 anos,
- c) A floração ocorre a partir do segundo ano e a produção de sementes já é satisfatória no terceiro ano,
- d) A polinização é cruzada e realizada por insetos,
- e) As técnicas de propagação vegetativa (enxertia, estaquia e cultura de tecido) ainda não são viáveis para a instalação de pomares clonais,
- f) Existem árvores nos experimentos com ideotipo atualmente desejável (volume de madeira e de casca considerável, boa retidão do tronco, com ramos finos e sem sintomas de gomose).

Em um curto prazo de tempo, ou seja, para a utilização das sementes nos plantios comerciais a serem plantadas nos próximos cinco anos, as alternativas propostas para aumentar a disponibilidade de sementes geneticamente melhoradas são:

a) Instalação de Áreas de Produção de Sementes

Essa proposta se baseia no bom desempenho relativo da testemunha nos testes de procedências. Por ser uma metodologia simples (seleção massal) e de fácil implementação, poder-se-á aumentar rapidamente a disponibilidade de sementes dessa natureza. Propõe-se a instalação de quatro Áreas de Produção de Sementes e, conseqüente, produção de 1600 quilos de sementes por ano.

Em plantações comerciais com dois anos de idade, que tenham sido efetuadas com sementes da APS Camboatá, serão selecionados 40 hectares (dez para cada APS). As árvores serão manejadas para a produção de sementes. O desbaste será na intensidade de 1:10, dando-se prioridade aos caracteres volume de madeira, presença de ramos finos, retidão do tronco e ausência de sintomas de gomose. Com isso, permanecerão 200 árvores por hectare, com potencial de produção de 40 quilos de sementes por hectare.

Visando baratear o custo de produção, o terreno da APS será mantido limpo no período de coleta e as sementes serão colhidas no chão, de acordo com a metodologia utilizada na África do Sul.

Na Figura 13 tem-se o exemplo do manejo tardio (árvores altas e copas pequenas) com desbaste entre e dentro de progênies, efetuado aos 3,5 anos de idade, em teste combinado de procedências e progênies instalado em Montenegro, RS.

b) Utilização das melhores árvores dos testes de procedências

A seleção e manutenção das melhores árvores nos testes de procedências é uma alternativa similar à preconizada nos Pomares de Sementes por Muda. Considerando a sobrevivência aos seis anos e a intensidade de seleção de 1:10, estima-se que será possível coletar sementes de 300 e 200 árvores selecionadas

nos testes de Piratini e Cristal, respectivamente. Nesse caso, estima-se que essas duas áreas produzam 200 quilos de sementes por ano.

FIGURA 13 - SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES EFETUADO AOS 3,5 ANOS DE IDADE EM TESTE DE PROGÊNIE INSTALADO EM MONTENEGRO, RS



Foto: A.R.Higa 1998

A seleção das melhores árvores poderá ser feita primeiramente para o caráter DAP, através do software Selegen (BLUP), onde poderiam ser atribuídos os valores de 0,3 para a herdabilidade e 0,05 para a correlação intraclasse. A título de exemplo, na Tabela 30 são apresentadas as 40 melhores árvores selecionadas no teste de procedência instalada em Piratini.

Além de servir como fonte de sementes para plantio comercial, poder-se-á também selecionar as 100 árvores com maiores valores genéticos e incluí-las no programa de melhoramento genético e avaliá-las em novos testes de progênies.

TABELA 30 - LISTAGEM PARCIAL OBTIDA NO SOFTWARE SELEGEN BLUP COM OS 40 MAIORES VALORES GENÉTICOS PARA CARÁTER DAP NO TESTE PROCEDÊNCIA INSTALADO EM PIRATINI, AOS 6 ANOS DE IDADE

Ordem	Procedência	Número do Bloco	Árvore na parcela	Valor Genético	Ganho Acumulado	Ganho (%) Acumulado
1	143981	9	3	3.7	3.7	30.4
2	16265	6	4	3.6	3.7	30.0
3	143982	8	1	3.6	3.6	29.8
4	143972	9	6	3.6	3.6	29.8
5	143981	7	1	3.4	3.6	29.4
6	143981	6	1	3.3	3.5	29.0
7	16973	8	1	3.1	3.5	28.5
8	143981	6	6	3.0	3.4	28.0
9	16261	6	3	2.9	3.4	27.6
10	16261	9	1	2.9	3.3	27.2
11	143942	10	6	2.9	3.3	26.9
12	143982	10	3	2.9	3.2	26.6
13	143982	6	6	2.8	3.2	26.3
14	16621	9	3	2.8	3.2	26.1
15	17935	9	2	2.8	3.2	25.9
16	143942	9	1	2.8	3.1	25.7
17	143981	9	5	2.8	3.1	25.6
18	143981	10	3	2.8	3.1	25.4
19	16261	6	5	2.7	3.1	25.2
20	16380	6	6	2.6	3.1	25.1
21	16973	6	4	2.6	3.0	24.9
22	143982	8	3	2.6	3.0	24.7
23	16380	10	1	2.6	3.0	24.6
24	143981	10	2	2.6	3.0	24.4
25	16973	6	6	2.5	3.0	24.3
26	17935	6	3	2.5	2.9	24.1
27	143981	6	2	2.5	2.9	24.0
28	15088	7	3	2.5	2.9	23.9
29	16257	7	5	2.5	2.9	23.8
30	16625	7	2	2.5	2.9	23.7
31	16258	8	4	2.5	2.9	23.6
32	143981	8	2	2.5	2.9	23.5
33	15088	9	6	2.5	2.8	23.4
34	16973	10	4	2.5	2.8	23.3
35	17235	10	3	2.5	2.8	23.2
36	143972	6	1	2.4	2.8	23.1
37	16258	7	6	2.4	2.8	23.0
38	16265	7	2	2.4	2.8	22.9
39	17235	7	5	2.4	2.8	22.9
40	14927	8	6	2.4	2.8	22.8

c) Coleta de sementes nos Testes de Progenies de Segunda Geração

O excelente crescimento desse germoplasma indica que o mesmo poderá ser plantado em escala comercial. Mesmo ciente de que a variabilidade existente é quase nula, a transformação do teste de progênie em Pomar de Sementes por Mudas seria a alternativa para aumentar o fornecimento de sementes melhoradas, pois a área que originou essas sementes não existe mais.

Considerando a sobrevivência aos seis anos e a intensidade de seleção de 1:6, estima-se que será possível coletar sementes de 700 árvores selecionadas nos testes de Piratini e Cristal. Nesse caso, espera-se que essas duas áreas produzam 280 quilos de sementes por ano.

d) Importação de sementes das melhores procedências australianas

Com o intuito de ampliar a base genética e, ao mesmo tempo, aumentar a produtividade de madeira e casca das plantações comerciais, a proposta contempla a importação de 12 quilos de sementes coletadas em populações naturais. Essa quantidade permitirá o plantio de 240 hectares. O ideal, se possível, seria adquirir sementes de procedências localizadas na região litorânea e na de altitude intermediária do sudeste australiano. Um exemplo seria a aquisição de dois quilos de sementes das procedências *Batemans Bay*, *Eden*, *Nelligen*, *East Lynne*, *Wattle Circle* e *Cann River Orbost*.

Esses plantios servirão de população-base para futuras seleções de árvores e também para a instalação de novas APS. Se a coleta na Austrália for realizada em outubro de 2002, será possível, no ano seguinte, plantar os 240 hectares. Seguindo a mesma metodologia preconizada no item a, em 2006 serão instaladas seis novas APS (uma para cada procedência), com 5 hectares cada, possibilitando, em 2007, a coleta de 1200 quilos de sementes.

Na Tabela 31 é possível verificar o aumento da produção de sementes nos próximos cinco anos, considerando que as ações propostas sejam executadas em 2002.

TABELA 31 - POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEMENTES (EM QUILOS) NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS, DESDE QUE AS AÇÕES PROPOSTAS SEJAM EXECUTADAS EM 2002

AÇÕES PROPOSTAS	Previsão de colheita anual					
	hectares	2003	2004	2005	2006	2007
Áreas de Produção de Sementes – APS	40,0	1600	1600	1600	1600	1600
Melhores árvores nos Testes de Procedência	3,8	200	200	200	200	200
Melhores árvores nos Pomares de Sementes	2,6	280	280	280	280	280
Áreas de Produção de Sementes das melhores procedências	30,0					1200
Total de quilos		2080	2080	2080	2080	3280

Com essa disponibilidade é possível descartar a utilização das sementes coletadas em formigueiros. Deste modo, a utilização dessas sementes melhoradas significará melhoria nas produtividades das plantações futuras.

Por outro lado, para a continuidade do programa de melhoramento da acácia-negra são apresentadas as seguintes sugestões de estratégias, de acordo com a definição proposta por WELLENDORF (1995):

a) Testar as progênies das árvores selecionadas nos testes de procedências

Essa sugestão está alicerçada na existência de árvores com fenótipos desejados e também na possibilidade da produção de possíveis híbridos intra-específicos (por meio de polinização aberta). Para tanto, após o desbaste e polinização entre as árvores remanescentes, recomenda-se a coleta de sementes e a posterior instalação de testes de progênies. Os mesmos poderão ser constituídos com as 100 árvores selecionadas em função do maior valor genético, conforme metodologia já apresentada.

b) Adquirir e testar progênies das procedências australianas selecionadas

De acordo com os resultados obtidos nos testes de procedências e ciente de que para as áreas livres da ocorrência de geada as procedências *Batemans Bay* e *Cann River Orbost* estão entre as mais produtivas, o próximo passo seria a aquisição de sementes de 100 árvores individualizadas e instalação de testes de progênies visando à futura transformação em Pomares de Sementes por Mudas. Da

mesma forma, porém se baseando nos trabalhos de HIGA et al (1998) realizado no Brasil e também de DUNLOP; HAGEDORN (1998) na África do Sul, sugere-se a aquisição de progênies individualizadas das procedências *Cooma* e *Mount Rix* para teste em regiões com ocorrências de geadas.

Considerando o aprendizado obtido com essa experimentação; as peculiaridades da espécie (diminuição da porcentagem de sobrevivência em função da idade, rápido crescimento inicial etc.) e o fato de que se trabalhará dentro de uma procedência, sugere-se, para uma avaliação mais rápida e também acurada, os seguintes procedimentos para os testes de progênies:

a) Escolha do delineamento

Tanto o delineamento Lattice como o Quadrado Latino propiciam maior controle ambiental do que o delineamento utilizado (Blocos Casualizados) e, conseqüentemente, menor erro experimental.

b) Número de árvores por parcela

Quanto menor a área da parcela, menor o erro ambiental dentro da parcela, do bloco e do experimento (WRIGHT, 1976). Por esse motivo, preconiza-se o plantio de uma árvore por parcela, e se possível, com blocos representando a variação ambiental local. Com isso será possível aumentar o número de repetições e, conseqüentemente, aumentar o número de graus de liberdade do resíduo ou erro e identificar melhor a diferença genética existente entre as progênies e árvores individuais e, ao mesmo tempo, evitar a interação genótipo por ambiente dentro do local. O ajuste do valor mensurado em função de número de árvores que a cercam irá corrigir possíveis benefícios advindos da competição diferenciada. A análise dos dados experimentais com modelos mistos superará qualquer possível desbalanceamento que possa existir.

c) Avaliação dos testes

Considerando que o caráter crescimento é o mais importante na primeira avaliação, aos três anos de idade já é possível discriminar quais seriam as melhores progênies. Em função dos resultados, utiliza-se as sementes remanescentes das progênies selecionadas e instala-se um novo Pomar de Sementes por Mudanças, com quatro plantas por parcela e o maior número de repetições possível. Após um ano de idade e antes da floração, seleciona-se a melhor árvore dentro da parcela e efetua-se o desbaste das outras três, manejando as árvores selecionadas para produção de sementes.

Por outro lado, o teste inicial continua até aos 6 anos de idade onde poder-se-á avaliar a produção de tanino ou de celulose de cada uma das árvores existentes no teste ou somente daquelas que se destacarem no caráter crescimento.

Como sugestão final, por mais paradoxal que possa ser, sugere-se testar novas espécies do gênero *Acacia*. Até meados da década de 90, quando o objetivo único era a produção de tanino, a acácia-negra era a única espécie de interesse. Entretanto, como hoje a produção de cavacos para a indústria de celulose também é importante, pode ser que outras espécies apresentem crescimento e qualidade da madeira igual ou superior ao da acácia-negra. Avaliações realizadas por HIGA et al (1999) indicam que as espécies *A. decurrens*, *A. silvestris* e *A. trachypholia* apresentam crescimento volumétrico similar à acácia-negra em Triunfo e menor em Piratini. No Chile e na África do Sul, as espécies *A. decurrens* e *A. dealbata* estão sendo testadas para a produção de celulose e como alternativa à *A. mearnsii* (INFOR, 2000 e MORA et al 2001).

A introdução de outras espécies e de novas procedências selecionadas são ações que propiciarão maior diversificação biológica que, por sua vez, contribuirá para a sustentabilidade da silvicultura regional.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo realizado com testes genéticos de acácia-negra, plantados nos municípios de Cristal e Piratini, no Rio Grande do Sul, permitiu concluir que:

a) Os incrementos anuais de DAP e altura das árvores nos dois testes genéticos foram maiores em Piratini do que em Cristal, principalmente pelo fato de Piratini apresentar melhor fertilidade natural dos solos. Nos dois locais, as maiores taxas de incrementos foram alcançadas até o terceiro ano de idade. As produtividades volumétricas de madeira estimadas para os experimentos foram similares aos maiores valores relatados na literatura consultada, indicando o potencial de produção do germoplasma nos locais testados.

b) A existência de variação genotípica significativa entre procedências para o caráter soma do DAP na parcela evidenciou um potencial que pode ser explorado em termos de seleção. Já para os caracteres teor de tanino, espessura de galhos e forma das árvores, a variação genética, avaliada nas 20 procedências selecionadas pelos valores de soma do DAP da parcela, foi praticamente nula, não justificando a seleção para tais caracteres.

c) Para o caráter soma do DAP, procedências australianas apresentaram maiores valores do que a testemunha brasileira utilizada, principalmente, em Piratini. Assim, é possível aumentar a produtividade de madeira e casca das futuras plantações com a utilização de sementes de procedências selecionadas existentes na região litorânea dos estados de *New South Wales* e *Victoria*, Austrália.

d) A interação entre procedências e locais foi estatisticamente significativa. Entretanto, do ponto de vista de melhoramento genético essa interação foi de baixa magnitude, indicando a possibilidade de se adotar uma única zona de melhoramento para os dois locais considerados.

e) A população de árvores avaliada nos dois testes de progênies de segunda geração (germoplasma elite brasileiro) apresentou muito baixa variação genética aditiva para os caracteres DAP, volume sem casca, densidade básica, peso da árvore sem casca, porcentagem de tanino e quilos de tanino por árvore. Como consequência, as estimativas de ganhos diretos e indiretos foram muito baixas, não estimulando a um novo ciclo de seleção.

f) As alternativas para aumentar rapidamente a qualidade e quantidade de sementes de acácia-negra, para plantios comerciais em áreas livres de geadas no Rio Grande do Sul, são a instalação de novas Áreas de Produção de Sementes, a partir dos plantios comerciais existentes; a seleção genética de árvores para coleta de sementes nos testes de procedências e nos testes de progênies de segunda geração e a aquisição de sementes de procedências australianas selecionadas.

g) Em longo prazo, a produção de sementes melhoradas geneticamente para regiões sem e com geadas deve ser baseada na instalação de testes de progênies, considerando, respectivamente, as regiões litorâneas e de altitude do sudeste australiano. A seleção aos três anos permitirá que novos testes de progênies sejam instalados em menores intervalos de tempo, possibilitando maior número de gerações e, conseqüentemente, maiores ganhos médios por ano em relação à metodologia tradicionalmente utilizada. A utilização de sementes remanescentes das progênies selecionadas e o manejo adequado permitirão aumentar a produção de sementes geneticamente melhoradas.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, F.T.; HIGA, A.R.; ROSA, O.P.; BAUER, J.F. Propagação vegetativa da acácia-negra (*Acacia mearnsii*). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1992, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993. p. 151-153.
- BAUHUS, J.; KHANKA, P.K.; MENDEN, N. Aboveground and belowground interactions in mixed plantations of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Canadian Journal Forest Research**. Ottawa, v. 30, p. 1886-1894, 2000.
- BECK, S.; DUNLOP, R. Vegetative Propagation of Black Wattle (*Acacia mearnsii* de Wild.). **ICFR Bulletin Series**. 08/99. 15 p. 1999.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Métodos para superar a dormência de sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: SBS. **Silvicultura**, v.28, p. 185-188, 1983.
- BIRD, P.R.; RALEIGH, R.; KEARNEY, G.A.; ALDRIDGE, E.K. *Acacia* Species and Provenance Performance in Southwest Victoria, Austrália. In: RECENT DEVELOPMENTS IN ACACIA PLANTING. 1997, Vietnam. **Proceedings**, 82. Canberra: ACIAR, 1998. p. 148-154.
- BLEAKLEY, S.; MATHESON, C. Patterns of morphological variation in seedlings of *Acacia mearnsii* De Wild. **Commonwealth Forestry Review**. Oxford, v. 71, n. 2, p. 101-109, 1992.
- BOLAND, D.J. **Taxonomy of Australian Bipinnate Acacias: Section *Botrycephalae*, with a Key to Bipinnate Acácias**. In: WORKSHOP ON TAXONOMY AND SEED HANDLING OF AUSTRALIAN TREE SPECIES. 1985a, Harare. **Proceedings**. IDRC. 5p. Disponível em: www.idrc.ca/library/document. Acesso em: 21/09/2001).
- BOLAND, D.J. **Seed Collection Techniques**. In: WORKSHOP ON TAXONOMY AND SEED HANDLING OF AUSTRALIAN TREE SPECIES. 1985b, Harare. **Proceedings**. IDRC. 9p. Disponível em: www.idrc.ca/library/document. Acesso em: 21/09/2001).
- BOLAND, D.J. Genetic resources and utilisation of Australian bipinnate acacias (*Botrycephalae*). In: AUSTRALIAN ACACIAS IN DEVELOPING COUNTRIES. 1984, Gympie. **Proceedings**, 16. Canberra: ACIAR, 1987. p. 29-37.
- BOLAND, D.J. Plantations practices in Zimbabwe, Kenya and Tanzania. In: BROWN, A.G; HO, C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 65-77.

BOLAND, D.J.; TURNBULL, J.W. Australian Tree Species for Fuelwood and Agroforestry in China, Kenya, Thailand and Zimbabwe. In: BOLAND, D.J. (Ed.). **Trees for the tropics: growing Australian multipurpose trees and shrubs in developing countries**. Canberra: ACIAR. 1989. Monograph, 10. p. 13-20.

BOLAND, D.J. BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINING, D.A.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Nelson-CSIRO. 1984.

BOLDMAN, K.G.L.A; HRIESE, L.D.; VAN VLECK, C.P.; VAN TASSELL; KACHMAN, S.D. **A manual for use of MTDFREML**. USDA. 1995.

BOOTH, T.D.; JONES, P.G. Identifying climatically suitable areas for growing particular trees in Latin America. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v.108, n.1-2, p. 167-173, 1998.

BOOTH, T.D.; JOVANOVIĆ, T. Climatologu of *Acácia mearnsii*. 1. Characteristics of natural sites and exotic plantations. **New Forest**. Netherlands, n. 2, p. 17-30, 1988.

BOOTH, T.D.; SEARLE, S.D.; BOLAND, D.J. Bioclimatic analysis to assist provenance selection for trials. **New Forest**. Netherlands, n. 3, p. 225-234, 1989.

BORSATO, R.; HIGA, A.R.; MORA, A.L. **Avaliação de forma do fuste em espécies florestais para fins de seleção**. Curitiba, 1999. 31 f. Relatório técnico.

BORSSATTO, I.; RAUEN, V.; GONÇALVES, A.B. Adubação fundamental em acácia (*Acacia mearnsii* De Wild). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. São Paulo: SBS. **Silvicultura**. v. 8, n. 28, p. 189-191, 1983.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento ambiental**. Brasília, 1995. 108 p.

BRESSAN, D.A.; SANTOS, H.R. Aspectos da biologia de *Adeloneivaia subangulata* (Herschaeffer, 1855) Travassos 1940 e do seu controle com *Bacillus thurigiensis*. In: SEMINÁRIO DE ESTUDOS FLORESTAIS DO SUL, 1., 1984. 12p.

BREWBAKER, J.L.; SUN, W.G. Improvement of nitrogen-fixing trees for enhanced site quality. In: DIETERS, M.J.; MATHESON, A.C.; NIKLES, D.G.; HARDWOOD, C.E.; WALKER, S.M. (Eds.) **Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry**. 1996, Caloundra, **Proceedings...**Caloundra: QFRI, 1996, p.437-442.

BROWN, A.G. Planning a tree improvement program. In: **International training course in Forest Tree Breeding**. Canberra: ADAA. 1978. p. 133-146.

BURDON, R.D. Relative Performance Values in Genetic Tests: Alternatives and Their Properties. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, n. 1, p. 1-5, 1998.

BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; SANSIGOLO, C.A. Caracterização da qualidade da madeira e da celulose kraft produzida a partir de árvores de *A. mearnsii* sadias e atacadas por gomose. Riocell S.A. 38 p. 1986. Relatório técnico.

CAMILLO, S.B. de A.; SCHNEIDER, P.R.; SILVA, M.C.M. da; FRIZZO, S.M.B. Determinação do ponto de amostragem para a obtenção da concentração média de tanino em acácia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 109-113, 1998.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. n. 57, p. 161-170, 2000.

CARPANEZZI, A.A. Espécies para recuperação ambiental. In: GALVÃO, A.P.M. (Coord.) **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa, 1998. p. 43-53.

CARVALHO, P.E.R. Espécies introduzidas alternativas às dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no centro-sul do Brasil. In: GALVÃO, A.P.M. (Coord.) **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa, 1998. p. 75-99.

CARVALHO, P.E.R.; VIANNA NETO, J.A.A.; DALMAS, I. Comparação entre essências florestais nativas e exóticas em Quedas do Iguaçu, PR – resultados preliminares. **EMBRAPA-CNPQ Circular Técnica**. n. 15, 9 p. 1987.

CASTRO, N.H.C. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis***. Lavras, 1992. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras.

CHAMBERS, P.G.S.; BORRALHO, N.M.G.; POTTS, B.M. Genetic analysis of survival in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. **Silvae Genetica**, Frankfurt. v. 45, n. 2-3, p. 107-112, 1996.

CHAYANULU, M.V.; BALAKRISHNAN, K.S. Black wattle mortality – preliminary studies on black wattle *Acacia mearnsii* (*A. mollissima*) soils from Nilgiris. **The Indian Forester**. Denra Dun, v. 106, n. 7, 482-489, 1980.

CLARKE, C.R.E.; GLEGG, P.A.; GALLOWAY, G.A. Measurement of productivity in trials of *E. grandis* hybrid clones at two sites. In: CONFERENCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: Embrapa, 1997. v. 1, p. 259-264.

COETZEE, J. Estimation at clearfelling of breast height bark thickness of *Acacia mearnsii*. **ICFR Annual Research Report**, Pietermaritzburg, p. 215-219, 1990.

COELHO, L.; IANSEN, E.A.M.; SANTOS, E.M. dos; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. Avaliação da gomose da acácia negra em um povoamento no Rio Grande do Sul. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL. 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999. p. 267-271.

CONTO, A.J. de; DOSSA, D.; DEDECEK, R.; CURCIO, G.R.; HIGA, A.R. Estrutura familiar e formação da renda entre pequenos acacicultores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA, 34., 1996, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SOBER, 1997. p. 856-869.

CORREIA, D.; GRAÇA, M.E.C. In vitro propagation of black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista IPEF**. Piracicaba. n. 48/49, p. 117-125, jun/dez. 1995.

COTTERIL, P.P.; JAMES, J.W. Number of offspring and plot sizes required for progeny testing. **Silvae Genetica**. Frankfurt. v. 33, n. 6, p. 203-209, 1984.

CRESWICK, T.K. Black wattle for farm forestry. **Agriculture Notes**. State of Victoria Department of Natural Resources and Environment. 3 p. jul., 2000.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV: Viçosa, 1997.

DIDONÉ, I.A.; BERLATO, A.M. Determinação do zero de desenvolvimento do *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Col., *Cerambycidae*) durante o estágio larval. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 163-169, 1979.

DONKIN, M.J. A Multivariate Reappraisal of a Site Evaluation Study in *Acacia mearnsii* De Wild. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 169, p. 1-10, jun. 1994.

DUNLOP, R. Genetic improvement of Acacias. **ICFR Annual Research**. Pietermaritzburg, p. 29-36. 1996.

DUNLOP, R. Genetic improvement of Acacias. **ICFR Annual Research**. Pietermaritzburg, p. 24-27. 1999.

DUNLOP, R.W. Genetic improvement of Acacias. **ICFR Annual Research Report**. Pietermaritzburg, p. 9-14. 1994.

DUNLOP, R.W.; GOODRICKE, T. **Black Wattle (*Acacia mearnsii*)**. In: **South African Forestry Handbook**. Pretoria: SAIF, p. 124-127, 2000.

DUNLOP, R.W.; GOODRICKE, T.; CLARKE, C.R.E. Open-pollinated family variation in growth, wood, and dissolving pulp properties of *Acacia mearnsii*. In: **FOREST GENETICS FOR THE NEXT MILLENNIUM**. 2000, Durban. **Proceedings...** Pietermaritzburg: ICFR, 2000. p. 103-110.

DUNLOP, R.; HAGEDORN, S. Final report on two australian *Acacia mearnsii* (black wattle) provenance trials established in Kwazulu-Natal and South Eastern Mpumalanga. **ICFR Bulletin Series**. Pietermaritzburg, 7/98, 1998.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWOOD, C.; WYK, G.V. **Eucalypt domestication and Breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). **Aumento da produtividade de acácia negra para a produção de madeira e tanino**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1992. 26p. Relatório técnico.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). **Método de quebra de dormência para sementes de acácia negra**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, [198-]. 1p. Relatório técnico.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Imprensa Universitária UFV: Viçosa, 1981.

FANG, Y.; GAO, C.; ZHENG, F.; REN, H.; LI, J.; LIU, S.; ZHANG, Q. Field evaluation and selection of *Acacia mearnsii* provenances. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA. 1992, Zhangzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 149-157.

FAO. **Global Forest Resources Assessment**. Rome: FAO. 2000.

FAO. **State of the world's forest**. Rome: FAO. 2001.

FERREIRA, M.; ARAUJO, A.J. **Procedimentos e recomendações para testes de procedências**. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1981. Documentos, 6

FERREIRA, M.; SANTOS, P.E.T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil – Breve histórico e perspectivas. In: CONFERENCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: Embrapa, 1997. v. 1, p.14-34.

FILGUEIRAS, O. A boiada no mato. **Globo Rural**. Rio de Janeiro. p. 27-28, mar. 1990

FINGER, C.A.G.; SPATHELF, P.; SCHNEIDER, P.R.; COELHO, L. Curvas de altura-diâmetro de acácia-negra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 387-391, 2000.

FLEIG, F.D. **Análise econômica dos sistemas de produção com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 1993. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELLO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**. Piracicaba, v. 2/3, p. 65-74, 1971.

FONSECA, S.M.; KAGEYAMA, P.Y. Bases genéticas e metodologia para seleção de árvores superiores de *Pinus taeda*. **IPEF**. Piracicaba, p. 35-39, 1978.

FOWLER, J.A.P.; CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.F.G.; DEDECEK, R.A.; SIMON, A.A. Germinação e vigor de sementes de *Acácia mearnsii* De Wild. coletadas em diferentes povoamentos do Rio Grande do Sul. **Comunicado Técnico**. Colombo, n. 39, p.1-4, jun., 2000.

FREDDO, A.; FOELKEL, C.E.B.; FRIZZO, S.M.B.; SILVA, C.M. Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia-negra e sua influência na indústria de celulose Kraft branqueada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 193-209, 1999.

FUPEF desenvolve sistema de produção para o cultivo de acácia-negra. **Informativo Fupef**. Curitiba, n. 0, p. 4-5, nov/dez., 1998.

GAO, C. *Acacia mearnsii* provenance trials in People's Republic of China. In: BOLAND, D.J. (Ed.). **Trees for the tropics: growing Australian multipurpose trees and shrubs in developing countries**. Canberra: ACIAR. 1989. Monograph, 10. p. 97-101.

GAO C. Black wattle plantations in South Africa: Introduction, Silviculture and Management. In: BROWN, A.G; HO, C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 28-38.

GAO, C.B.; LI, J.Y. *Acacia mearnsii* provenance trials in Southern China. In: ADVANCES IN TROPICAL ACACIA RESEARCH, Bangkok, 1991, **Proceedings**, 35. Canberra: ACIAR, 1991. p. 209-214.

GAO, C.B.; LI, J.Y.; WILLIAMS, E.R. Performance of *Acacia mearnsii* provenance/progeny in Southern China. In: ADVANCES IN TROPICAL ACACIA RESEARCH, Bangkok, 1991, **Proceedings**, 35. Canberra: ACIAR, 1991. p. 215-218.

GONZAGA, J.V.; MENOCELLI, S.; RECH, B. BUSNARDO, C.A.; FOELKEL, C.E.B. Qualidade da madeira de *Acácia mearnsii* da região de Guaíba-RS. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: SBS, 1982. p. 813-820.

GRANJA, A. Acacicultura. **Jornal dos Reflorestadores**. São Paulo. v.1, n. 2, p. 6-7. abr. 1979.

GRANJA, A. Acácia-negra e tanino. **Roessléria**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 69-71. 1985.

GRANT, J.E.; MORAN, G.F.; MONCUR, M.W. Pollination studies and breeding system in *Acacia mearnsii*. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA. 1992, Zhangzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 165-170.

GRAUDAL, L. Introduccion a los principios sobre diseño y evaluacion de experimentos de mejoramento genético forestal. In: **Mejoramento forestal y conservacion de recursos genéticos forestales**. Manual Técnico, 14. Turrialba: CATIE, 1995. v1. p. 117-174.

HAGEDORN, S.F. Early results of an *Acacia mearnsii* De Wild provenance trial on three sites in South Africa In: BREEDING TROPICAL TREES: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC IMPROVEMENT IN CLONAL AND SEEDLING FORESTRY, 1988, Pattaya. **Proceedings...** Oxford: OFI, 1989. p. 390-391.

HAGEDORN, S.F. Half rotation results of Australian Black wattle provenances grown in Natal and South Eastern Transvaal. **ICFR Bulletin Series**, Pietermaritzburg, n. 11/93, p.1-8. 1993.

HAOJIE, W. Black wattle plantations in South Africa: Protection. In: BROWN, A.G; HO, C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 39-52.

HARBARD, J. **Reproductive biology of *Acacia* sp.** South Austrália, 1995. 19 p. Relatório técnico.

HEBERT, M.A. 1984. Variation in the growth of and responses to fertilizing black wattle with NPK and lime over three rotations. In: SIMPOSIUM ON SITE AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS, 1984, Pretoria and Pietermaritzburg. **Proceedings...** Pretoria: SAFRI, 1984. v. 2, p. 907-920.

HIGA, A.R. **Acacicultura na África do Sul**. Curitiba: Embrapa, 1992. 18 p. Relatório técnico.

HIGA, A.R.; RESENDE, M.D.V. de. Breeding *Acacia mearnsii* in Southern Brazil. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA, 1992, Zhabgzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 158-160.

HIGA, A.R.; MORA, A.L.; STEIN, P.P.; SIMON, A.A.; HIGA, R.C.V. Resistencia a heladas en procedencias de *Acacia mearnsii* De Wild. plantadas en Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO, 1., 1998, Valdivia, **Proceedings..** Valdivia: IUFRO, 1998. 6 p. 1 CD-ROM.

HIGA, A.R.; MORA, A.L.; STEIN, P.P.; SIMON, A.A. Resultados preliminares de vinte espécies do gênero *Acacia* no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 5., 1999, Curitiba, 1999. Poster.

HIGA, A.R.; SIMON, A.A.; DEDECEK, R. **Projeto Desenvolvimento de Sistemas de produção para acácia-negra – Relatório de atividades de 1998**. Curitiba. 27 f. 1999.

HIGA, A.R.; SIMON, A.A.; DEDECEK, R. **Projeto Desenvolvimento de Sistemas de produção para acácia-negra – Relatório de atividades de 1999**. Curitiba. 26 f. 2000.

HILLIS, W.E. *Acacia mearnsii*: Its Past and Potential Use with Reference to the Development of Plantations in the People's Republic of China. In: BOLAND, D.J. (Ed.) **Trees for the tropics: growing Australian multipurpose trees and shrubs in developing countries**. Canberra: ACIAR. 1989. Monograph, 10, p. 21-25.

HO, C.K. Research on and Prospects of *A. mearnsii* De Wild. In: BROWN, A.G; HO, C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 160-165.

HOULE, D. Comparing Evolvability and Variability of Quantitative Traits. **Genetics**. n. 130, p. 195-204, jan. 1992.

HOSOKAWA, R.T.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Aplicação de relações hipsométricas e equações de volume**. Curso de Manejo Florestal, 6. Brasília, ABEAS. 43 p. 1990.

HUSAIN, A.M.M.; PONNUSWAMI, P.K.; VISWANATHAN, M. Nutrition studies on black wattle – I. Effect of different NPK fertilizer combination up to 6 years. **The Indian Forester**. Denra Dun, v. 106, n. 6, p. 397-402, 1980.

ICFR. **Annual Research Review 2000**. Pietermaritzburg, 88 p. 2000.

INFOR. **Incorporación de Espécies de género Acacia a la Producción Forestal Chilena *Acacia dealbata***. Concepcion. 4 p. 2000.

KAGEYAMA, P. K. **Determinação de parâmetros genéticos com espécies florestais**. Piracicaba. 40 f. 1979.

KALIL FILHO, A.N.; PIRES, C.L.S.; SOUZA, W.J.M.; SOUZA JUNIOR, C.L. Variação genética entre procedências de duas espécies de acácia-negra. **Silvicultura**, v. 8, n. 30, p. 312-314, mai./jun., 1983.

KANNEGIESSER, S.U. Apuntes sobre algunas acacias australianas. 1.- *A. mearnsii* De Wild. **Ciencia e Investigación Forestal**. Santiago, v.4, n.2, p. 198-212, 1990.

KASSIER, H.W.; KOTZE, H. Growth modelling and yield tables. In: **South African Forestry Handbook**. Pretoria: SAIF, p. 175-189. 2000.

KENRICK, J.; KNOX, R.B. Quantative Analysis of Self-Incompatibility in trees of Seven Species of *Acacia*. **Journal of Heredity**. Oxford, n. 80, p. 240-245, 1989.

KESSY, B.S. Growth of Australian Acacias in Tanzania. In: AUSTRALIAN ACACIAS IN DEVELOPING COUNTRIES. 1984, Gympie. **Proceedings**, 16. Canberra: ACIAR, 1987. p. 123-125.

KHANNA, P.K. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**. Amesterdam, v. 94, p. 105-113, 1997.

KLEIN, J.E.M.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; FLEIG, F.D. Produção de madeira e casca de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**. Santa Maria. v. 2, n.1, p. 87-97, 1992.

KRAEMER, K.H.; MACEDO, I.B.; VICENTE, M. de S.; KERBER, L.A.; COSTA, M.A.P. **Estudos para melhoramento da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Projeto para o curso de Economia Florestal, Montenegro, abr. 1983.

KUNG, F.H. Improved Estimators for Provenance Breeding Values. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 28, n. 2-3, p. 114-116, 1979.

LI, J.; GAO, C.; ZHENG, F.; REN, H. Bark quality of *Acacia mearnsii* provenances from different geographic origins growing in south China. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA, 1992, Zhabgzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 203-213.

LI, J.Y. Black wattle plantations in South Africa: Genetics and Breeding. In: BROWN, A.G; HO, C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 40-52.

LITTLE, K.M.; SMITH, C.W.; NORRIS, C.H. The influence of various methods of plantation residue management on replanted *Acacia mearnsii* growth. **Australian Forestry**, Canberra, v. 63, n. 3, p. 226-234, 2001.

MACHADO, F.P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE/Conselho Nacional de Geografia. 1950.

MAESTRI, R. **Estimativa de produção presente e futura de volume de madeira e peso de casca para povoamentos de acácia-negra**. Curitiba, 1992. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MAESTRI, R.; GRAÇA, L.R.; SIMOES, J.W.; FREITAS, A.J.P. Análise da adubação fosfatada na produção física e econômica da acácia-negra. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.17, p. 39-53, jun. 1987.

MAGNUSSEN, S. Design and analysis of tree genetic trials. **Canadian Journal Forest Research**. Ottawa. n. 23, p. 1144-1149. 1993.

MANTOEFEL, J.C. Reflorestamento no setor privado: Acacicultura. In: SEMINÁRIO SITUAÇÃO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 1, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1991. p. 108-114.

MARTINS, M.A.L.; FOELKEL, C.E.B.; GOMIDE, J.L.; VITAL, B.R. Estudo tecnológico da polpação kraft de *Acacia mearnsii* In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ABCP, 1983, v. 1, p. 73-92.

MARTINS-CORDER, M.P.; BORGES, R.Z.; BORGES JUNIOR, N. Fotoperiodismo e quebra de dormência em sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 71-77, 1999.

MATHESON, A.C. Designing Experiments for MPT Genotype Evaluations. In: GLOVER, N. ADAMS, N. (Ed.) **Tree Improvement of Multipurpose Species**. Winrock, 1990. p. 55-66.

MATTOS, N.F. Espécies conhecidas como "acácia negra" cultivadas no Rio Grande do Sul. **Roessléria**. Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 67-79, 1980.

MEDRADO, M.J.S.; CARVALHO, P.E.R. Espécies de múltiplo propósito para uso em sistemas agroflorestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Coord.) **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa, 1998. p.129-141.

MEYER, K. Software DFREML – version 3.0 – User Notes 1997. Disponível em: <http://agbu.une.edu.au/~kmeyer/dfreml.html>. Acesso em: 11 abr. 1998.

MONCUR M.W.; SOMERVILLE, D. The use of honey bees for pollen transfer and increasead pod set in black wattle (*Acacia mearnsii*). *Australasian-Beekeeper*. v. 91, n. 2, p. 73-74, 89. 1989.

MONCUR, M.W.; MORAN, G.F; GRANT, J.E. Factors limiting seed production in *Acacia mearnsii*. In: ADVANCES IN TROPICAL ACACIA RESEARCH, Bangkok, 1991, **Proceedings**, 35. Canberra: ACIAR, 1991. p. 20-25.

MONCUR, M.W.; MORAN, G.F.; BOLAND, D.J.; TURNER, J. Floral morphology and breeding systems of *Acacia mearnsii* De Wild. In: USE OF AUSTRALIAN TREES IN CHINA, 1988, Guangzhou. **Proceedings...**, Canberra: ACIAR, 1989. p. 266-276.

MORA, A.L.; SANTOS, A.F. dos; HIGA, A.R.; SIMOM, A.A. **Relatório de visita à África do Sul**. Curitiba: FUPEF. 2001. 12 p. Relatório técnico.

MORA, A.L.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SIMON, A.A. Melhoramento genético para a produção de tanino no Brasil. In: MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 2001. Curitiba. **Workshop...**, Colombo: Embrapa Florestas, Documentos, 62. 9 p.

MORA, A.L.; HIGA, A.R.; SIMON, A.A.; ARAUJO, A.J.de Variação do fator de forma entre progênie de acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild.) e suas implicações na estimativa do volume. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 21. 2000. Poster.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington: USDA Forest Service. Technical Bulletin, n. 1588. 342 p. 1979.

NAMKOONG, G.; BARNES, R.D.; BURLEY, J. **A philosophy of breeding Strategy for Tropical Forest Trees**. Tropical Forestry Papers, 16, Oxford: CFI, 1980.

NICHOLSON, C.R.L. Re-appraisal of the variation of bark components and quality with age in black wattle trees. **ICFR Annual Research Report**. Pietermaritzburg, p. 221-225, 1991.

NIXON, K.M. Selection for components of bark and tannin yield in black wattle (*Acacia mearnsii*). In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 2., 1969, Washington. **Proceedings...** Rome: FAO, v. 1, cap.6/6, 1p., 1969.

NIXON, K.M. Early assessment of progeny trials in black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild) . **Wattle Research Institute Report 1973 - 1974**. p. 60-65, 1974.

NIXON, K.M. Breeding black wattle (*Acacia mearnsii*) for bark, tannin and timber in South Africa. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., 1977, Canberra. **Proceedings...** Rome: FAO, 1977. p. 629-637.

NIXON, K.M. A test of eleven clones of wattle. **ICFR Annual Research Report for 1984 –1985**. Pietermaritzburg, p.120-127, 1985.

OLIVEIRA, H.A. **Acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul**. Canoas: La Salle, 1968.

OLIVEIRA, E.B. de O.; SHIMIZU, J.Y.; MUCHAILH, M.C.; DURAFLOA. Influência da mortalidade na eficiência do uso da variável DAP em testes genéticos. **Boletim Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 20, p. 39-47, 1990.

OWEN, D.L.; ZEL, D.W. van der. Trees, forests and plantations in Southern Africa. In: **South African Forestry Handbook**. Pretoria: SAIF, p. 3-7, 2000.

PALUDZYSZYN FILHO, E. **Eficiência da seleção precoce em *Pinus taeda* L. por método retrospectivo**. Curitiba, 2000. 93 f. Tese (Doutorado em Genética) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PANDEY, D. Yield model of plantations in the tropics. **Unasyuva**. Rome, v. 39, n. 157/158, p. 74-75, 1987.

PANDEY, D.; BALL, J. The role of industrial plantations in future global fibre supplies. **Unasyuva**. Rome, v. 49, p. 37-43, 1998.

PALMBERG, C.; PAUL, D.K.; WILLAN, R.L. Planificación y estrategias de un programa de mejora genética forestal. In: **Mejora genética de árboles forestales**. Estudio FAO: Montes, 20. p. 264-284, 1980.

PEIXOTO, A.R. A acácia-negra. In: ANUÁRIO BRASILEIRO DE ECONOMIA FLORESTAL. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. Instituto Nacional do Pinho. v. 10, p. 175-180, 1958.

PEREIRA, J.C; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. CALDEIRA, M.V.W.; SANTOS, E.M. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 21, n. 4, p. 521-526, 1997.

PEREIRA, J.C; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. SANTOS, E.M. Exportação de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. em idade de corte. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL. 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999. p. 158-164.

POLLOCK, K.M.; GREER, D.H.; BULLOCH, B.T. Frost tolerance of *Acacia* seedlings. **Australian Forest Research**. Canberra, n.16, p.337-346, 1986.

POSENATO, R.E. Ensaio de espaçamento em acácia negra. **Roessleria**. Porto Alegre. v. 1, n.1, p.125-130, 1977.

POSER, G.L. von; GOSMANN, G.; DÁVILA, R.R.P.; HORN, M.A. Acácia-negra **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 63, p. 68-70, abr./mai. 1990.

PRYOR, L.D. Vegetative propagation of Casuarina and Acacia: potential for sucess. In: BOLAND, D.J. (Ed.). **Trees for the tropics: growing Australian multipurpose trees and shrubs in developing countries**. Canberra: ACIAR. 1989. Monograph, 10. p. 156-158.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em Genética e Melhoramento de Plantas**. Lavras: Editora UFLA, 2000.

RAYMOND, C.A. 1997. Flowering, biology, genetics and breeding. In: BROWN, A.G; HO,C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 18-27.

RECH, B.; PEREIRA, O.L.; FREITAS, A.J.P. Fatores de conversão para o cálculo de volume da *Acacia mearnsii*. **Circular Técnica IPEF**. Piracicaba, n.120, p.1-8, nov. 1980.

REIS, A.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O.; CARVALHO, P.E. **Revegetação de áreas degradadas**. Florianópolis: UFSC, 1986. 12p. Relatório técnico.

REICHMANN NETTO, F.; SOARES, R.V. Recomposição vegetal com espécies florestais e rastejantes em "áreas de empréstimo" da hidrelétrica governador Parigot de Souza. **Revista Floresta**. Curitiba, v. 14, n. 2, p. 4-14, 1983.

REN, H.; GAO, C.; ZHENG, F.; LI, J.; LI, S.; FANG, Y. Screening of Black Wattle families from open-pollinated progenies in native stands. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA. 1992, Zhangzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 161-64.

RESENDE. M.D.V. de. **Seleção precoce no melhoramento genético florestal**. In: WORKSHOP MÉTODOS DE SELEÇÃO. 1994, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIF. 1995. p. 58-74.

RESENDE. M.D.V. de. **Melhoramento genético de essências florestais**. In: SANTOS, J.B. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. 1997, Lavras. **Anais...**Lavras: UFL. 1997. p. 59-93.

RESENDE, M.D.V. de. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. Curitiba, 1999a. 434 f. Tese (Doutorado em Genética) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

RESENDE, M.D.V. de. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999b, p. 589-647.

RESENDE, M.D.V. de. **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes**. Brasília: Embrapa. 2002. p. 968.

RESENDE, M.D.V. de; HIGA, A.R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de Eucalyptus através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo. n. 28/29, p. 37-55. 1994.

RESENDE, M.D.V. de; HIGA, A.R.; HELLER, J.B.; STEIN, P.P. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo. n. 24/25, p. 55-65, 1992.

RESENDE, M.D.V. de; HIGA, A.R.; SOUZA, S.M.; STEIN, P.P. Estudos da variação genética e métodos de seleção em teste de progênies de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo. n. 22/23, p. 45-59. 1991.

RESENDE, M.D.V. de; MORA, A.L.; HIGA, A.R.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Efeito do tamanho amostral na estimativa da herdabilidade em espécies perenes. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1 e 2, p. 51-63. out. 2000.

RESENDE, M.D.V. de; OLIVIERA, E.B.de; MELINSKI, L.C.; GOULART JUNIOR, F.S.; OAIDA, G.R.P. **Selegen** - Seleção Genética Computadorizada – Manual do usuário. EMBRAPA/Florestas, Curitiba, 31p. 1994.

RESENDE, M.D.V. de; ROSA-PEREZ, J.R.H. **Genética Quantitativa e Estatística no Melhoramento Animal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. 496 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CNPT. 1994.

RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EPU, 1976.

SANTOS, A.F. dos. Caracterização da gomose da acácia-negra (*Acacia mearnsii*): II. Distribuição da doença em plantios. **Pesquisa em Andamento**, Colombo: EMBRAPA - CNPF, n. 60, 4p. 1998.

SANTOS, A.F. dos. Distribuição de lesões de gomose de *Phytophthora* em troncos de acácia-negra. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo: EMBRAPA - CNPF, n. 40, p. 35-44, jan./jun. 2000.

SCHNEIDER, P.R. **Modelos de equação e tabelas para avaliar o peso de casca de acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild.** Curitiba, 1978. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SCHNEIDER, P.R.; HOSOKAWA, R.T. Estudo de equações volumétricas para tabelas de volume com e sem casca para Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Silvicultura**. São Paulo, n.14, v. 2, p. 90-95, 1979.

SCHNEIDER, P.R.; SILVA, J.A. Testes de equações para predizer a espessura de casca e fator k para acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) **Revista Floresta**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 5-11, dez. 1979.

SCHNEIDER, P.R.; DESTEN, G.; BRILL, A.; MAINARDI, G.L. Determinação da produção de casca em acácia-negra. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.1, n. 1, p. 64-75, nov. 1991.

SCHNEIDER P.R.; CAMILLO, S.B. de A.; FINGER, C.A.G.; FRIZZO, S.M.B. Determinação de equações da produção de tanino de acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 103-113, 1999.

SCHNEIDER, P.R.; FLEIG, F.D.; FINGER, C.A.G.; KLEIN, J.E.M. Crescimento da acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**. Santa Maria. v. 10, n. 2, p. 101-112, 2000.

SCHONAU, A.P.G; FITZPATRICK, R.W. A Tentative Evaluation of Soil Types for Commercial Afforestation in the Transvaal and Natal. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 116, p. 28-39, mar. 1981.

SCHONAU, A.P.G; SCHULZE, R.E. Climatic and Altitudinal Criteria for Commercial Afforestation with Special Reference to Natal. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 130, p. 10-18, set. 1984.

SCHONAU, A.P.G.; GREY, D.C. Sites requirements of exotic tree species In: **South African Forestry Handbook**. Pretoria: SAIF, 1987, p. 82-94.

SCHONAU, A.P.G.; ALDWORTH, W.J.K. Site Evaluation in Black Wattle with Special Reference to soil Factors. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 141, p. 19-25, jun. 1987.

SCHONAU, A.P.G.; GARDNER, R.A.W. Site – Species Trials. **ICFR Annual Research**. Pietermaritzburg, p. 21-34. 1991.

SEARLE, S.D. 1997. *Acacia mearnsii* De Wild. (Black Wattle) in Australia. In: BROWN, A.G; HO,C.K. (Ed.) **Black Wattle and its Utilisation**. Canberra: RIRDC, 1997. p. 1-12.

SEARLE, S.D.; OWEN, J.V.; SNOWDON, P. Frost tolerance variation amongst 25 provenances of *Acacia mearnsii*. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA. 1992, Zhangzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 140-148.

SEARLE, S.D.; OWEN, J.V.; WILLIAMS, E.R.; RAYMOND, C.A. Variation in frost tolerance within two provenances of *Acacia mearnsii* De Wild. **Australian Forestry**. Canberra, v. 61, n.1, p. 1-6, 1998.

SEARLE, S.D.; BELL, J.C.; MORAN, G.F. Genetic diversity in natural populations of *Acacia mearnsii*. **Australian Journal of Botany**. Canberra, n. 48, p. 279-286, 2000.

SETA. Acácia-negra, a árvore do presente e futuro. [199-]. 1 p. Publicidade.

SHELBOURNE, C.J.A.; BULLOCH, B.T.; CAMERON, R.L.; LOW, C.B. Results of provenance testing of *Acacia dealbata*, *A. mearnsii*, and other acacias at ages 7 and 5 years in New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry Science**. Rotorua, v. 30, n.3, p. 401-421, 2000.

SHERRY, S.P. **The black wattle**. Pietermaritzburg: University of Natal Press, 1971.

SHIMIZU, J.Y.; HIGA, A.R.; KAGEYAMA, P.Y. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA URPFCs, 1982. Documentos, 11.

SILVA, J.N.M.; SCHNEIDER, P.R. Comparações de equações de volume para povoamento de *Acacia mearnsii* de WILD (acácia-negra) no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus, **Silvicultura**. São Paulo. n. 14, v.2, p.281-281, 1979.

SILVA, M.C.M. da; FRIZZO, S.M.B.; VINADÉ, M.E. do; WEILLER, A.R. Determinação de tanino na casca de *Acacia mearnsii* Wild em diferentes alturas do tronco. **Ciência e Natura**. Santa Maria. n. 7, p. 57-61, 1985.

SIMOM, A.A. **Produção de mudas de acácia-negra - Plantio 1998**. Montenegro. 3 p. 1999. Relatório técnico.

SOTTA, E.D.; HIGA, A.R.; LAVORANTI, O.J.; STEIN, P.P. **Avaliação dos danos causados pela gomose em acácia-negra**. Curitiba: EMBRAPA-CNPq, 1994. 15p. Relatório técnico.

STEIN, P.P.; SIMON, A.A.; HIGA, A.R.; MORA, A.L. **Seleção de fontes de sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) para plantio em Piratini, RS**. 7 p. 2001. Relatório Técnico.

STUBBINGS, J.A.; SCHONAU, A.P.G. Silviculture of Black Wattle. In: **South African Forestry Handbook**. Pretoria: SAIF, p. 116-128, 1987.

TANAC. **Ciclo da industrialização da Acácia Negra**. 6 p. Publicidade. [198-]

TANAC. **A opção natural**. 16 p. Publicidade. [199-a].

TANAC. **Informativo TANAC**. Montenegro, v. 1, n. 1, p. 2. [199-b].

TANAC. **Programa de fomento florestal**. Publicidade. [200-].

TANAGRO. Aspectos técnicos e econômicos do sistema agrossilvopastoril com acácia-negra no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. 1991, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa – CNPF, 1992. p. 211-219

TEDESCO, N. **Produção de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) adubadas com N-P-K**. Santa Maria, 1999. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria.

TONIETTO, L. **Evolução da acacicultura na TANAC S.A.** Palestra proferida na Reunião Técnica Sobre Acácia-Negra, Piratini, 11 dez. 1996.

TONIETTO, L.; STEIN, P.P. Silvicultura da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Brasil. **Florestar Estatístico**. v. 4, n. 12, p. 11-16, nov.1996/out.1997.

TURNBULL, J.W. Summary of discussions and recommendations. In: AUSTRALIAN ACACIAS IN DEVELOPING COUNTRIES. 1984, Gympie. **Proceedings**, 16. Canberra: ACIAR, 1987. p. 7-9.

TURNBULL, J.W.; MIDGLEY, S.J.; COSSALTER, C. Tropical Acacias Planted in Asia: an Overview. In: RECENT DEVELOPMENTS IN ACACIA PLANTING. 1997, Vietnam. **Proceedings**, 82. Canberra: ACIAR, 1998. p. 14-28.

VENCOVSKY, R. **Princípios de genética quantitativa**. Publicação didática, 16. Piracicaba: ESALQ, 1977.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.) **Melhoramento do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Brasil: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

VEZZANI, F. M. **Aspectos nutricionais de povoamentos puros e mistos de *Eucalyptus saligna* (Smith) e *Acacia mearnsii* (De Wild.)**. Porto Alegre, 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VEZZANI, M.; BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F. de; BORTOLÁS, E.P. Influência do solo e do consorcio com acácia-negra no crescimento e composição mineral de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1995. p. 890-892.

WANG, H.; FANG, F. The history of Acacia introduction to China. In: ADVANCES IN TROPICAL ACACIA RESEARCH, Bangkok, 1991, **Proceedings**, 35. Canberra: ACIAR, 1991. p. 64-66.

WAKI, K. The growth and nutrient status of Acácia species in Japan. In: SIMPOSIUM ON SITE AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS, 1984, Pretoria and Pietermaritzburg. **Proceedings...** Pretoria: SAFRI, 1984. v. 2, p. 831-838.

WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J. **A guide to species selection for tropical and subtropical plantations**. Oxford: CFI. 1980. Tropical Forestry Paper, 15.

WELLENDORF, H. Estratégias de mejoramiento genético forestal. In: **Mejoramiento forestal y conservacion de recursos genéticos forestales**. Manual Técnico, 14. Turrialba: CATIE, 1995. v 2. p. 55-68.

WRIGHT, J.W. **Introduction to forest genetics**. New York: Academic Press. 1976.

ZEIJLEMAKER, F.C.J. Rooting of cuttings of black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild). **Wattle Research Institute Report 1975-1976**. p. 91. 1976.

ZHENG, F.; GAO, C.; ZHU, Y.; REN, H.; LI, J.; FANG, Y.; Stand density of *Acacia mearnsii* plantations. In: AUSTRALIAN TREE SPECIES RESEARCH IN CHINA, 1992, Zhangzhou. **Proceedings**, 48. Canberra: ACIAR, 1994. p. 171-75.

ZOBEL, B.J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

ZOBEL, J.B.; WYK, G. V.; STHAL, P. **Growing exotic forests**. New York: John Wiley & Sons, 1987.

ANEXO 1

SELEÇÃO FENOTÍPICA REALIZADA EM 1984 PONTUAÇÃO DAS ÁRVORES

ÁRVORE número	IDADE anos	ALTURA (m)	DAP (cm)	TANINO (%)	PONTOS
13	9	13,4	19,6	31,6	67,0
17	9	14,9	21,3	25,4	67,3
21	9	16,2	20,2	27,8	62,7
27	9	15,8	27,0	27,8	67,3
36	9	15,2	22,8	27,8	65,0
37	9	15,8	22,0	26,7	67,7
58	6	13,1	19,3	25,4	63,3
61	6	12,3	17,2	30,6	69,7
72	6	12,8	17,5	29,6	68,7
79	9	15,2	16,5	31,6	64,0
81	9	14,8	21,0	29,6	64,0
84	9	16,6	19,0	30,5	74,3
95	9	18,9	23,5	33,8	86,3
102	9	16,2	21,0	25,4	62,3
104	9	16,7	20,0	29,6	63,3
177	9	16,2	20,0	30,6	62,3
180	9	16,0	20,0	28,7	64,7
194	9	20,0	17,4	31,6	66,7
198	9	17,0	20,0	33,8	70,3
201	8	15,5	23,0	30,6	74,0
202	8	14,9	21,0	28,7	66,0
203	8	14,8	20,5	31,6	74,3
204	8	14,9	18,5	30,6	62,7
206	8	15,2	20,5	30,6	68,3
207	8	14,8	19,5	30,6	70,3
209	8	16,5	18,5	27,8	67,3
216	9	16,0	27,0	30,6	67,0
217	9	16,9	21,5	25,4	63,3
223	9	15,4	19,0	29,6	65,7
225	9	15,5	20,5	31,5	62,7
228	9	14,9	19,0	26,7	62,7
231	9	15,4	29,5	33,8	81,7
234	8	16,5	23,0	30,6	74,0
248	8	17,0	18,5	30,5	65,7
249	8	16,2	19,5	32,6	70,7
253	8	18,0	17,2	32,6	65,3
258	8	17,2	20,0	30,5	64,3
267	8	15,5	19,0	37,7	72,3
272	8	19,0	20,0	31,6	74,0
279	8	16,2	19,0	31,6	66,7
280	8	16,6	21,0	27,8	63,3
284	8	17,4	19,0	29,6	63,7
285	8	19,0	20,5	27,8	68,7
286	8	16,6	19,0	30,6	62,7
287	8	17,8	18,0	32,7	70,7
295	8	16,7	19,5	30,6	64,3
320	8	16,2	21,0	28,7	64,7
321	8	16,5	19,0	31,6	67,0
352	9	18,0	20,0	29,6	63,0
354	9	15,8	19,5	31,6	68,0
357	9	15,2	20,5	30,5	66,0
381	9	13,7	19,5	30,5	62,3
382	9	23,0	24,0	33,8	86,3
403	9	20,0	18,0	27,8	62,3

ÁRVORE número	IDADE anos	ALTURA (m)	DAP (cm)	TANINO (%)	PONTOS
405	9	18,6	22,0	33,8	76,3
418	5	17,7	16,5	27,8	62,7
424	5	18,3	17,0	27,0	62,3
433	8	19,0	16,5	29,6	65,0
439	8	20,6	19,5	28,7	66,0
445	8	21,0	19,0	30,5	69,7
453	8	21,0	18,0	29,6	69,0
469	8	20,9	18,5	28,7	63,7
472	8	22,0	20,0	29,6	69,7
479	8	21,7	21,0	28,7	66,0
483	8	20,5	18,0	30,6	68,0
487	8	17,7	17,0	31,6	63,3
490	8	19,6	20,0	30,6	66,7
495	8	19,6	19,0	27,8	63,7
496	8	19,2	17,0	28,7	64,7
503	8	19,0	19,5	27,8	65,3
506	8	21,4	18,0	27,8	63,0
507	8	18,3	16,0	33,8	62,3
508	8	21,7	19,0	30,6	62,7
512	8	20,4	17,0	32,7	63,7
516	8	20,1	21,0	30,6	78,0
518	8	21,4	21,0	28,7	64,3
523	8	18,6	20,5	28,7	64,3
524	8	16,5	20,0	32,7	66,7
534	5	17,7	16,5	32,7	57,7
539	5	18,6	15,0	26,2	64,0
557	5	16,2	14,5	32,7	58,7
570	5	18,4	14,5	26,2	62,7
575	5	16,7	18,0	27,0	72,7
584	5	17,4	13,5	30,6	70,3
611	5	16,9	15,0	30,6	60,0
617	5	16,0	14,5	30,6	59,0
623	5	15,2	18,0	27,8	70,0
634	5	16,7	17,0	31,6	72,0
672	7	16,7	23,0	28,7	71,0
719	5	16,7	17,0	26,2	64,3
721	5	14,9	15,0	33,8	60,0
744	9	16,2	18,0	27,0	66,0
745	6	14,9	16,0	29,6	66,3
746	7	16,7	16,5	33,8	65,7
749	7	17,5	20,5	29,6	71,0
753	6	18,6	21,0	28,7	64,3
756	6	16,5	19,0	29,6	63,0
759	5	14,9	14,5	29,6	62,7
764	5	16,2	16,0	28,7	62,7
768	6	15,3	18,0	32,7	67,3
769	6	16,7	17,0	29,6	75,3
779	6	19,2	16,0	28,7	65,3
781	10	16,6	18,0	28,7	
782	10	20,4	22,0	32,7	
786	5	14,6	14,0	27,8	63,3
791	10	21,4	22,0	29,6	
798	6	16,7	17,0	30,6	68,0
820	7	16,5	18,0	30,6	67,0

ÁRVORE número	IDADE anos	ALTURA (m)	DAP (cm)	TANINO (%)	PONTOS
825	7	15,8	22,0	30,6	69,7
826	7	18,9	20,5	27,8	62,3
830	7	18,6	21,0	26,2	64,0
832	7	17,4	17,0	36,4	67,0
837	7	17,2	22,5	28,7	64,7
839	7	17,4	19,0	31,5	62,0
843	7	16,3	19,0	30,6	62,0
845	7	17,7	19,5	28,7	64,3
847	7	16,6	19,0	32,7	67,0
852	7	18,0	19,5	30,6	62,0
857	7	23,6	22,0	29,6	84,3
864	7	17,2	22,5	27,8	67,0
867	7	15,2	16,0	33,8	65,7
878	6	16,7	19,0	28,7	68,7
897	7	19,6	19,0	29,6	68,3
900	7	17,4	22,0	26,2	66,0
905	7	16,3	19,5	28,7	61,3
916	7	16,5	18,3	27,0	62,3
924	7	16,7	20,0	27,0	66,3
926	7	16,7	19,0	27,8	64,7
927	7	15,8	21,0	29,6	74,7
935	7	17,7	19,0	30,6	65,3
939	7	18,1	19,0	29,6	63,0
946	7	17,7	20,0	28,7	62,7
955	6	15,5	15,5	29,6	66,0
956	6	14,5	20,0	30,6	65,0
957	6	13,4	18,0	30,6	74,0
958	6	17,4	18,5	30,6	83,0
964	6	14,0	17,5	30,6	64,7
967	6	16,0	19,0	31,6	68,3
972	6	16,7	18,5	33,8	80,7
975	6	16,2	19,0	31,6	78,3

ÁRVORE número	IDADE anos	ALTURA (m)	DAP (cm)	TANINO (%)	PONTOS
976	6	17,8	21,5	35,0	91,3
980	6	16,5	18,5	31,6	66,3
986	6	14,8	18,5	30,6	74,7
991	6	16,5	21,0	28,7	63,7
994	6	17,7	20,0	32,7	84,0
995	6	15,8	19,0	30,6	65,0
997	6	17,8	21,0	32,7	82,7
1000	6	17,7	19,5	32,7	83,3
1001	6	15,8	19,5	30,6	78,0
1006	6	14,8	18,5	33,8	66,3
1009	6	16,6	17,5	27,8	65,7
1012	6	16,7	17,0	32,7	72,3
1013	6	18,0	21,0	31,6	83,0
1016	6	17,0	19,5	30,6	69,7
1018	7	17,4	22,0	30,6	75,3
1024	6	14,6	19,5	28,6	71,0
1025	6	15,8	20,0	26,2	62,3
1032	8	18,6	22,5	27,0	67,3
1033	8	19,5	23,0	28,7	75,3
1040	7	19,5	21,0	27,8	66,0
1043	7	18,3	18,0	27,0	63,0
1045	8	19,8	25,0	26,2	77,7
1055	8	18,3	21,0	31,6	78,3
1065	8	16,5	19,5	27,8	63,3
1068	8	18,3	24,0	28,7	74,3
1079	8	17,0	17,5	29,6	64,3
1081	8	17,0	19,5	29,6	69,3
1083	8	17,0	19,5	28,7	64,7
1084	8	18,0	19,0	29,6	67,3
1087	8	18,1	22,5	30,6	69,0

ANEXO 2

MODELO DE FICHA UTILIZADO PELO CSIRO PARA CARACTERIZAÇÃO DE UMA PROCEDÊNCIA

CSIRO Division of Forest Research
PO Box 4008
Canberra ACT 2600



SEED DATA SHEET

Species: *Acacia meunsii*

Seedlot No. 14398

Collection locality: 4 km N of Batemans Bay along Princes Highway

Latitude: 36° 38' S
35° 25'

Longitude: 150° 13' E

Altitude: (m) 40

Aspect

Slope gentle to moderate

Climatic zone: Temperate coast, max. rainfall in summer, appreciable winter rain

Station: Batemans Bay

Association includes:

Geology and Soil: Disturbed soil, clay subsoil

pH: 5 1/2

Collection no.	Bot. spec.	Photo. no.	Ht (m)	dbh (cm)	Tree description				Seed wt (g)	No. of viable seed / 10 g
					Size	Role	Crown	Branches		
RS 382	✓	RF 14/4	6.0	15	1	3	1/4	1	195	836
RS 383	✓	14/5	11	17	2	3	1/4	1	115	833
RS 384	✓	14/6	5.0	10	1	3	1/4	1	140	898
RS 385	✓	14/7	10	32	3	3	2/6	2	301	898
RS 386	✓	14/8	12	33	3	2	3/5	2	223	981
RS 387	✓	14/9	14	30	3	3	2/5	2	155	1011
RS 388	✓	14/10	11	28	2	4	3/4	2	172	1213
RS 389	✓	14/11	7	10	1	2	3/4	1	28	
RS 390	✓	14/12	9	15	2	2	3/4	1	231	970
RS 391	✓	14/13	12	17	2	3	3/4	1	162	898

Work supervised by: Roberto A. Silveira

Date: 19 / JAN / 1984

Total: 1722 g

ANEXO 3

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SOLOS DOS TESTES EM CRISTAL E PIRATINI

Município	Cristal	Profundidad	pH	meq/100 cm3 de solo						ppm	%	%	%
			CaCl	Al+3	H+Al	Ca+2	Mg+2	K+	T	P	C	m	V
Data	16/08/1994	0 - 20	4.00	1.2	7.7	1.0	1.0	0.29	10.0	1	1.9	34.4	22.9
Amostras	06 e 07	50 - 70	4.20	3.5	12.1	1.4	1.4	0.33	15.2	1	1.0	52.8	20.6
Localização	Faz.Ouro Verde												
Talhão													
Relevo	Topo												
Drenagem	Bem												
Erosão													
Material de origem	Magmatito												
Uso atual	Acácia negra colhida com 7 anos												
CLASSIFICAÇÃO	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ABRUPTO POUCO PROFUNDO ÁLICO EPIDISTRÓFICO A PROEMINENTE TEXTURA MÉDIA/ARGILOSA RELEVO ONDULADO												
Amostra	Horizontes	Espessura	Prof.coleta	Cor	Textura								
AM 6	Ap	0 - 35	0 - 20		7,5YR 3/3								
AM 7	Bt	35 - 70	50 - 70	Variegado	5YR 4/4 2,5YR 4/8								
		% areia fina	% areia gros	% AREIA	% SILTE	% ARGILA							
AM 6	Ap	12.0	56.0	68.0	12.0	20.0							
AM 7	Bt	6.0	16.0	22.0	18.0	60.0							

RT = 3,0

[illegible]